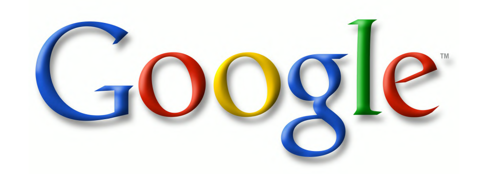
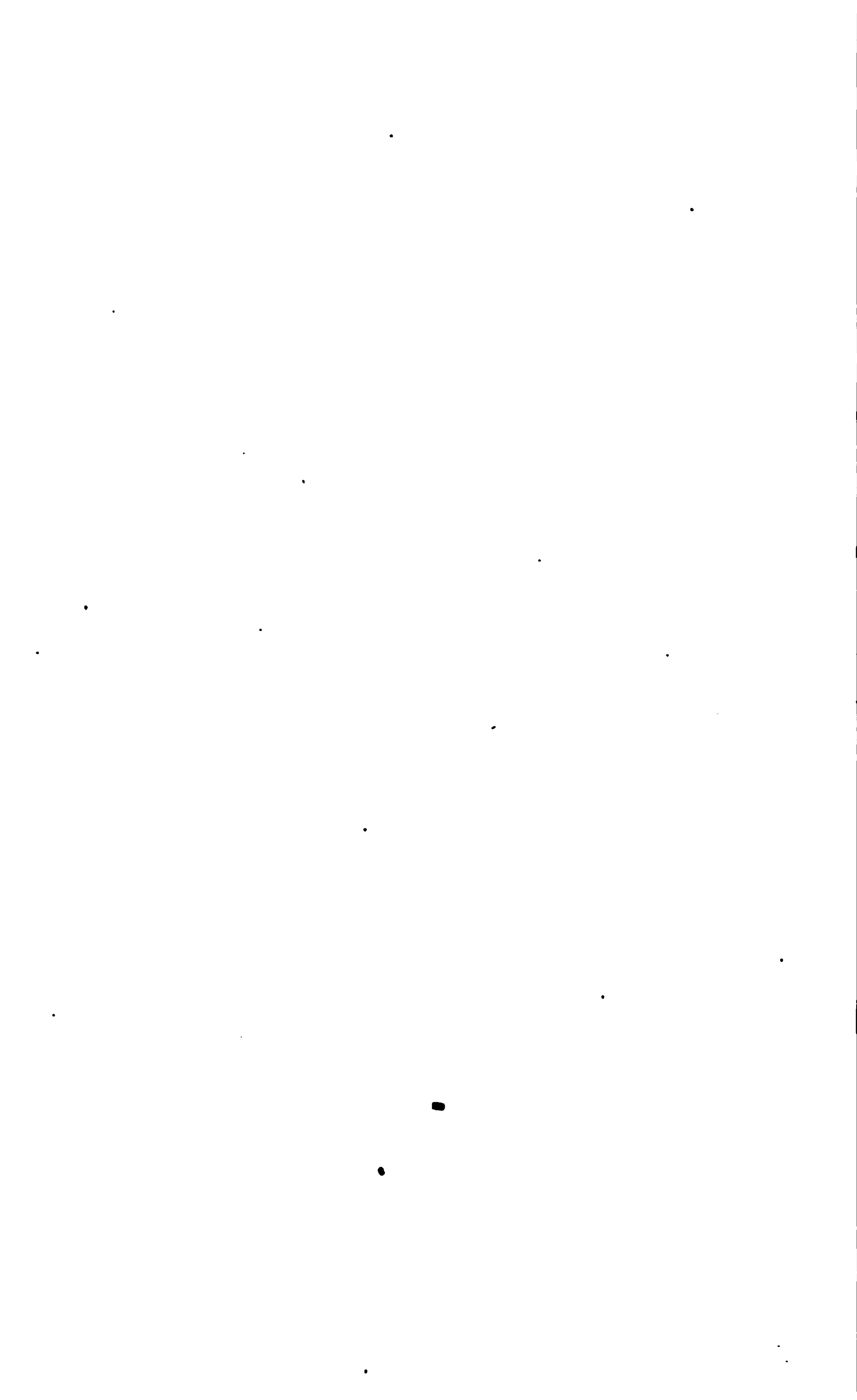










SITZUNGSBERICHTE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

XLIX. BAND. I. HEFT.

Jahrgang 1864. — Jänner.

(Mit 4 Tafeln und 1 Holzschnitte.)

ZWEITE ABTHEILUNG.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Physik, Chemie, Physiologie, Meteorologie, physischen Geographie und Astronomie.

WIEN.

AUS DER KAIS. KÖN. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI KARL GEROLD'S SOHN, BUCHHÄNDLER DER KAISERL. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1864.

INHALT.

Seite.

I. Sitzung vom 8. Jänner 1864: Übersicht 3

Haidinger, Sternschnuppen, Feuerkugeln und Meteoritenschwärme im Zusammenhange betrachtet 6

Schmidt, Julius, Zweiter Bericht über das zu Athen am 18. October 1863 beobachtete Feuermeteor 17

Preyer, Über die Bindung und Ausscheidung der Blutkohlensäure bei der Lungen- und Gewebeathmung. (Mit 1 Holzschnitte.) 27

Wiesner, Über die Zerstörung der Hölzer an der Atmosphäre. (Mit 1 Tafel.) 61

II. Sitzung vom 14. Jänner 1864: Übersicht 95

Hlasiwetz und Gilm, Über das Berberin 97

Hlasiwetz und Barth, Über zwei neue Zersetzungsproducte aus dem Guajakharz 105

III. Sitzung vom 21. Jänner 1864: Übersicht 112

Rochleder, Über die Constitution organischer Verbindungen und Entstehung homologer Körper 115

Haidinger, Der Meteorstein von Tourinnes-la-Grosse, bei Tirlemont, im k. k. Hof-Mineralien-Cabinete 123

Brücke, Über den Nutzeffect intermittirender Netzhautreizungen. (Mit 3 Tafeln.) 128

SITZUNGSBERICHTE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE

NEUNUNDVIERZIGSTER BAND.



WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI KARL GEROLD'S SOHN, BUCHHÄNDLER DER KAIS. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1864.

SITZUNGSBERICHTE

DER

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

XLIX. BAND. II. ABTHEILUNG.

JAHRGANG 1864. — HEFT I BIS V.

(Mit 11 Tafeln und 1 Holzschnitte.)

WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI KARL GEROLD'S SOHN, BUCHHÄNDLER DER KAIS. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1864.

INHALT.

Seite

I. Sitzung vom 8. Jänner 1864: Übersicht 3
Haidinger, Sternschnuppen, Feuerkugeln und Meteoritenschwärme im Zusammenhange betrachtet 6
Schmidt, Julius, Zweiter Bericht über das zu Athen am 18. October 1863 beobachtete Feuermeteor 17
Preyer, Über die Bindung und Ausscheidung der Blutkohlensäure bei der Lungen- und Gewebeathmung. (Mit 1 Holzschnitte.) 27
Wiesner, Über die Zerstörung der Hölzer an der Atmosphäre. (Mit 1 Tafel.) 61

II. Sitzung vom 14. Jänner 1864: Übersicht 95
Hlasiwetz und Gilm, Über das Berberin 97
Hlasiwetz und Barth, Über zwei neue Zersetzungsproducte aus dem Guajakharz 105

III. Sitzung vom 21. Jänner 1864: Übersicht 112
Rochleder, Über die Constitution organischer Verbindungen und Entstehung homologer Körper 115
Haidinger, Der Meteorstein von Tourinnes-la-Grosse, bei Tirlemont, im k. k. Hof-Mineralien-Cabinete 123
Brücke, Über den Nutzeffect intermittirender Netzhautreizungen. (Mit 3 Tafeln.) 128

IV. Sitzung vom 4. Februar 1864: Übersicht 155
Haidinger, Der Meteoritenfall von Tourinnes-la-Grosse Nr. 2 158
Seegen, Physiologisch-chemische Untersuchungen über den Einfluss des Glaubersalzes auf einige Factoren des Stoffwechsels. (Mit 1 Tafel.) 160

V. Sitzung vom 18. Februar 1864: Übersicht 201
Hlasiwetz u. Barth, Über einen neuen, dem Orcin homologen Körper 203

VI. Sitzung vom 25. Februar 1864: Übersicht 208
Unferdinger, Aufstellung einer neuen Pendelformel und Darlegung einer Methode aus der Länge des Secundenpendels in verschiedenen Breiten die Fliehkraft und die Form und Grösse der Erde zu bestimmen 210

Seite

Unferdinger, Vergleichung der Pendelformel mit den Beobachtungen 220
Waltenhofen, v., Beobachtungen über die Polarisation constanter Ketten und deren Einfluss bei Spannungsbestimmungen nach der Compensationsmethode . . . 229
Knochenhauer, Über den Zusammenhang des Magnetismus mit den Oscillationen des Batteriestromes 249

VII. Sitzung vom 10. März 1864: Übersicht 269
Oppolzer, Entwickelung von Differentialformeln zur Verbesserung einer Planeten- oder Kometenbahn nach geocentrischen Orten 271
— Über die Bahn des Planeten (64) 289
— Bahnbestimmung des Kometen I. 1861 303
Ditscheiner, Die Brechungsquotienten einer Lösung des salpetersauren Wismuthoxydes 326

VIII. Sitzung vom 17. März 1864: Übersicht 330

IX. Sitzung vom 31. März 1864: Übersicht 332
Hlasiwetz, Über einige Harze 335
Auszug aus einem Schreiben des Herrn Prof. Dr. Cohn in Breslau, über einen merkwürdigen Schnee- und Staubfall, mitgetheilt von Herrn Prof. und Director der k. k. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus, Dr. C. Jelinek 336
Über einen merkwürdigen Schneefall in der Umgebung von Reifniz am 21. Februar d. J., mitgetheilt von dem Reichsrathsabgeordneten und Custos am krainischen Landesmuseum, Herrn C. Deschmann . . . 337
v. Littrow, Physische Zusammenkünfte von Asteroiden im Jahre 1864 339
Frischauf, Bahnbestimmung des Kometen 1863. II 345
Gottlieb, Analyse der Constantinsquelle zu Gleichenberg in Steiermark 351
— Analyse der Klausenquelle nächst Gleichenberg in Steiermark 360

X. Sitzung vom 14. April 1864: Übersicht 369
Moshammer, Centralprojection der Linien zweiter Ordnung. (Mit 1 Tafel.) 372
Friedlowsky, Beitrag zur Kenntniss der Hemmungsbildungen des Harn- und Geschlechtsapparates bei Wiederkäuern. (Mit 3 Abbildungen.) 404
Günsberg, Über das Verhalten von Dextringummi gegen Hühnereiweiss 409

Seite

XI. Sitzung vom 21. April 1864: Übersicht 419

Ludwig und Thiry, Über den Einfluss des Halsmarkes auf den Blutstrom. (Mit 1 Tafel.) 421

Kowalewsky, Zur Hystologie der Lymphdrüsen. (Mit 1 Farbentafel.) 455

XII. Sitzung vom 28. April 1864: Übersicht 460

Haidinger, Ein Meteorfall bei Trapezunt am 10. December 1863. 462

Kenngott, Notiz über ein Meteoreisen in der Universitäts-Sammlung in Zürich. 467

Haidinger, Bemerkungen über das von Herrn Professor Kenngott in der Züricher Universitäts-Sammlung aufgefundene Meteoreisen 469

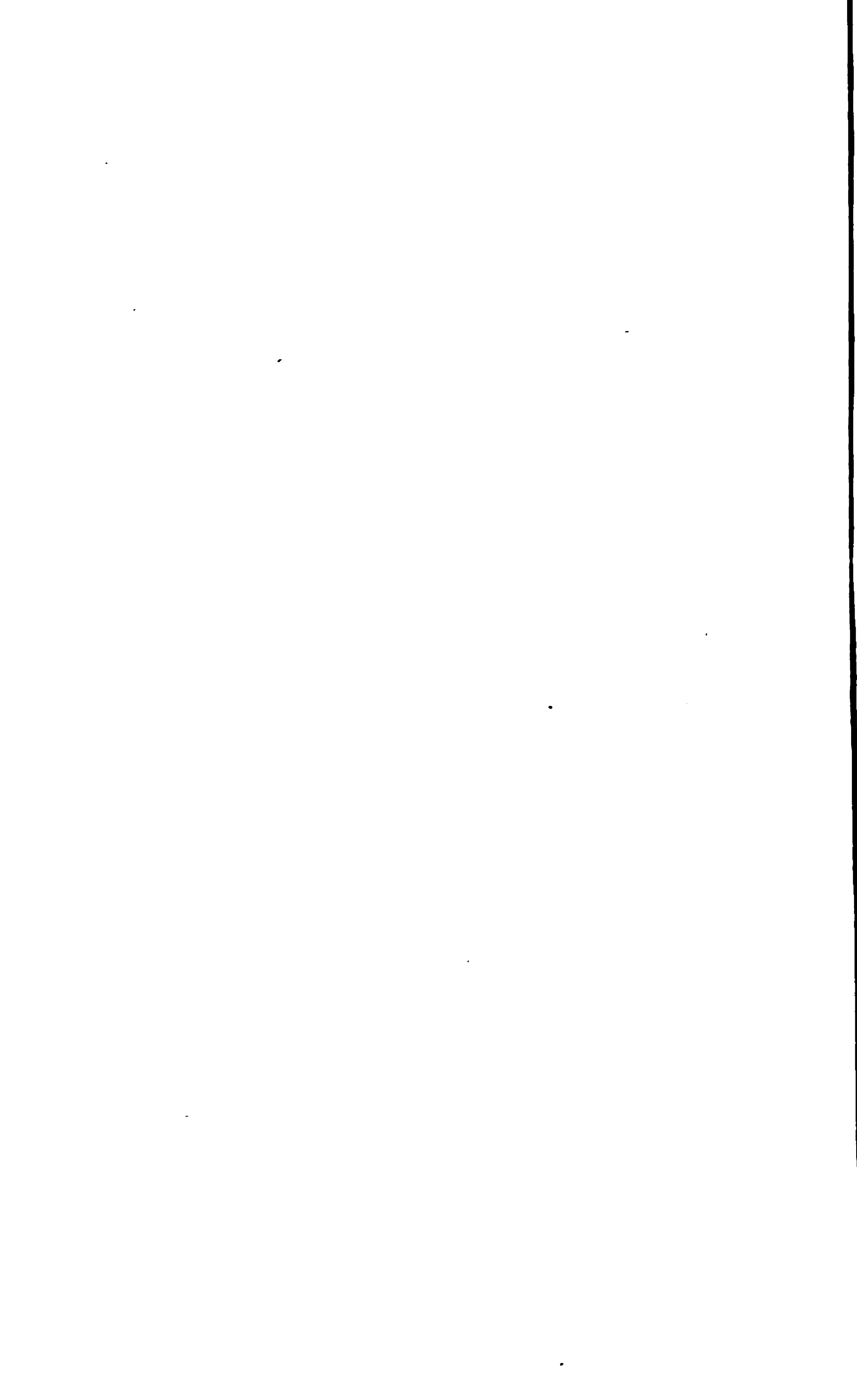
Stricker, Mittheilungen über die selbständigen Bewegungen embryonaler Zellen 471

XIII. Sitzung vom 12. Mai 1864: Übersicht 477

Haidinger, Drei Fund-Eisen, von Rokitzan, Gross-Cotta und Kremnitz. (Mit 1 Kupfertafel.) 480

— Eine grosskörnige Meteoreisen-Breccie von Copiapo. (Mit 1 Kupfertafel.) 490

Maly, Vorläufige Mittheilungen über die chemische Natur der Gallenfarbstoffe. 498



SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

XLIX. BAND.

ZWEITE ABTHEILUNG.

1.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Physik, Chemie, Physiologie, Meteorologie, physischen Geographie und Astronomie.

I. SITZUNG VOM 8. JÄNNER 1864.

Herr Hofrath W. Haidinger übermittelt eine Abhandlung, betitelt: „Sternschnuppen, Feuerkugeln und Meteoritenschwärme im Zusammenhange betrachtet".

Derselbe übersendet ferner den „zweiten Bericht über das zu Athen am 18. October 1863 beobachtete Feuermeteor" von Herrn Dr. Julius Schmidt, Director der Sternwarte zu Athen.

Herr Dr. Ernst Mach erklärt sich, mit Schreiben vom 6. Jänner, bereit, die ihm von der Classe übertragene wissenschaftliche Untersuchung der Schallleitung im menschlichen Gehörorgan auszuführen, und dankt für die ihm zu diesem Zwecke bewilligte Subvention von 500 fl. ö. W.

Herr Dr. Rudolf Edler v. Vivenot jun. übermittelt eine Abhandlung: „Beobachtungen über die Verdunstung und deren Beziehung zu Temperatur, Feuchtigkeit, Luftströmungen und Niederschlägen".

Herr Fr. J. Öhri, pens. k. k. General-Auditor zu Güns, übersendet eine Abhandlung, betitelt: „Die Welt" mit dem Ersuchen um deren Beurtheilung.

Herr Prof. C. Ludwig legt eine Abhandlung vor: „Über die Bindung und Ausscheidung der Blutkohlensäure bei der Lungen- und Gewebeathmung" von Herrn Dr. W. Preyer.

Das c. M , Herr Prof. C. Ritter v. Ettingshausen, überreicht sein eben erschienenes Werk, betitelt: „Photographisches Album der Flora Österreichs, zugleich ein Handbuch zum Selbstunterricht in der Pflanzenkunde" und knüpft daran einige erläuternde Bemerkungen. Derselbe übergibt ferner den zweiten Theil seiner für die Denkschriften bestimmten Abhandlung: „Beiträge zur Kenntniss der Flächen-Skelete der Farnkräuter".

Herr Dr. J. Wiesner, Docent am k. k. polytechnischen Institute, legt die erste Abtheilung einer Abhandlung „über die Zerstörung der Hölzer an der Atmosphäre" vor.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Annales des mines. VIe Série. Tome IV. 4e Livraison de 1863. Paris, 1863; 8o.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1452—1455. Altona, 1863; 4o.

Clausius, R., Über den Unterschied zwischen activem und gewöhnlichem Sauerstoffe. (Aus der Vierteljahresschrift der naturf. Ges. zu Zürich. Bd. VIII.) 8o.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LVII. No. 22—25. Paris, 1863; 4o.

Cosmos. XIIe Année, 23e Volume, 25e—26e Livraisons. 1863. XIIIe Année, 24e Volume, 1re Livraison. Paris, 1864; 8o.

Ettingshausen, Const. Ritt. v., Photographisches Album der Flora Österreichs, zugleich ein Handbuch zum Selbstunterricht in der Pflanzenkunde. Mit 173 Tafeln. Wien, 1864; 8o.

Genootschap van Kunsten en Wetenschappen, Bataviaasch: Verhandelingen. Deel XXIX. Batavia, 1862; 4o. — Tijdschrift voor indische Taal-Land-en Volkenkunde. Deel XI. Aflevering 1 — 6. Batavia, 1861; Deel XII. Aflev. 1 — 6. Batavia, 1862; 8o.

Gesellschaft, naturforschende, in Danzig: Schriften. Neue Folge. I. Bd., 1. Heft. Danzig, 1863; 8o.

Gewerbe-Verein, nieder-österr.: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrg. 1863. 10. u. 11. Heft. Wien; 8o.

Land- und forstwirthschaftliche Zeitung. XIII. Jahrg., 1863. Nr. 36. XIV. Jahrg. Nr. 1. Wien, 1864; 4o.

Larrey, Baron H., Notice sur l'hygiène des hopitaux militaires. 8o. — Discours prononcé aux obsèques de M. Alphonse Robert. Paris, 1862; 8o. — Discours prononcé le 6 Janvier 1863 à l'Académie Imp. de Médecine. Paris, 1863; 8o.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt. Jahrgang 1863. XI. Heft. Ergänzungsheft Nr. 11. Gotha; 4o.

Mondes. 1re Année, Tome IIr, 21e—23e Livraisons. Paris, Leipzig, Tournai, 1863; 8o.

Moniteur scientifique. 168. Livraison. Tome Ve, Année 1863, Paris, 1863; 4o.

Museum Francisco-Carolinum. 22. Bericht. Linz, 1862; 8o. — Urkunden-Buch des Landes ob der Enns. II. Band. Wien, 1856; 8o.

Pengelly, William, and Oswald Heer, On the Lignite Formation of Bovey Tracey, Devonshire. (From the Philosophical Transactions. Part II. 1862.) London, 1863; 4°.

Pucheran, Essai de Détermination des caractères généraux de la Faune de la Nouvelle-Guinée. 4°.

Revoltella, P., Österreichs Betheiligung am Welthandel. (Als Manuscript gedruckt.) Triest; 8°.

Schönemann, Th., Das Horizontal-Dynamometer und seine Anwendung auf die Mechanik. Nebst Ableitung eines neuen Princips für den Ausfluss tropfbarer und luftförmiger Flüssigkeiten. Berlin, 1864; 8°.

Société Impériale de Médecine de Constantinople: Gazette médicale d'orient. VIIe Année, Nr. 8. Constantinople, 1863; 4°.

Society, The Royal Astronomical: Memoirs. Vol. XXXI. London, 1863; 4°.

— The Asiatic, of Bengal: Journal. Nr. 2. 1863. Calcutta, 1863; 8°.

Verein, Offenbacher, für Naturkunde: 4. Bericht über seine Thätigkeit. Offenbach a/M., 1863; 8°. — Denkschrift, der Dr. Joh. Christ. Senckenbergischen Stiftung zu ihrer Säcularfeier gewidmet. Offenbach; 4°.

Wiener medizinische Wochenschrift. XIII. Jahrgang, 1863. Nr. 51 — 52. XIV. Jahrg. Nr. 1. Wien, 1863; 4°.

Wochen-Blatt der k. k. steierm. Landwirthschafts-Gesellschaft. XIII. Jahrgang, Nr. 11. Gratz, 1863; 4°.

Zimmermann, Karl, Jakob Reuter. Ein Nekrolog. Wien, 1863; 8°.

Sternschnuppen, Feuerkugeln und Meteoritenschwärme im Zusammenhange betrachtet.

Von dem w. M. W. Haidinger.

Die Überschrift der gegenwärtigen kurzen Betrachtung ist allerdings etwas anspruchsvoll und erheischte eine umfassendere Auseinandersetzung. Sie betrifft einen Gegenstand, der vielfach die Aufmerksamkeit grosser Forscher beschäftigt hat, ob denn Sternschnuppen, Feuerkugeln ohne Steinfall und eigentliche Meteore mit Stein- oder Eisenfällen einer und derselben Classe von Erscheinungen angehören. Aber jeder neue glänzende Fall von Beobachtung bringt wieder die Frage neu auf den Platz, und so bitte ich um die Nachsicht der hochgeehrten Classe, wenn ich hier wieder ein Wort über denselben Gegenstand vorlege, wenn ich hier der letzten Mittheilung unseres hochgeehrten Freundes Julius Schmidt wieder einige abgesonderte Worte anreihe.

Schon am 5. November gedachte ich der höchst beachtenswerthen Übereinstimmung der beiden Thatsachen, dass es Meteoritenschwärme gibt, in Mehrzahl in den Denkschriften der Meteoritenkunde verzeichnet, eben so wie es Meteorschwärme gibt, wie sie von Julius Schmidt nun nachgewiesen wurden. Dass einzelne Meteorsteine zersprangen und dann als frisch entstandene Bruchstücke aufgefunden wurden, ist durch die Fälle von Quenggouk in Pegu am 27. Februar 1857 (Sitzung am 5. Dec. 1861, Sitzungsberichte Bd. XLIV, S. 6371), von Gorukpur vom 12. Mai 1861 (Sitzung am 15. Mai 1863, Sitzungsberichte Bd. LV) gut erwiesen. Aber ich glaube mich nicht umsonst bestrebt zu haben, zu zeigen, dass bei einem Falle, wie der von Stannern vom 22. Mai 1808 (Sitzung vom 9. April 1860 und am 22. Mai 1862, Sitzungsberichte Bd. XL, S. 525 und Bd. LV, S. 791) die Trennung nicht erst in einer Explosion am Schlusse des kosmischen Theiles der Bahn durch unsere Atmosphäre stattgefunden haben kann, sondern dass nur ein gleichmässiger Zug durch die Widerstand leistende Atmosphäre diejenige Gestaltung der

Oberfläche des Meteoriten, mit seiner Schmelzrinde, mit seinen Schmelzgraten hervorgebracht haben kann, welche uns jetzt vorliegen.

Durch den von keiner Atmosphäre erfüllten Raum bewegen sich die Gruppen bereits getrennter Bruchstücke mit gleicher planetarer Geschwindigkeit. Es ist keine Veranlassung vorhanden, dass sie sich von einander entfernen sollten, die grösseren von den kleineren. Gewiss kann die Annahme nicht ausgeschlossen werden, dass manche derselben ganz klein, selbst staubartig sind. Trifft diese ganze Gruppe nun auf den Widerstand der Luft, so werden des günstigeren Verhältnisses der Masse zur Oberfläche wegen, die grossen Bruchstücke lange nicht so viel Widerstand finden, als die kleinen und daher schneller vordringen, während die kleineren zurückbleiben. Die Fälle von l'Aigle, von Stannern, von New-Conword haben dies längst erwiesen. Jeder einzelne Stein bringt für sich die leuchtende Hülle hervor, welche aus der widerstandleistenden zusammengepressten Luft entsteht. Es ist eigentlich sehr natürlich zu fragen: Was werden die Erscheinungen sein, wenn die Gruppen der in die Atmosphäre eintretenden Fragmente nur aus sehr kleinen Körpern — mehr oder weniger — aus Staub bestehen? Die Erscheinungen müssten die der Sternschnuppen sein. Erst ein gemeinsames Vordringen mit Lichthülle, mehr oder weniger lichtloses Zerstäuben, wenn die Bewegung endet.

So hat sie sehr glücklich Herr Alexander S. Herschel, Sohn und Enkel, für unsterbliche Werke hochgefeierter Astronomen, aufgefasst; er selbst in treuer Nachfolge der grossen Vorgänger. Er schreibt an unsern hochgeehrten Freund Herrn Abbé Moigno unter dem 25. October 1863 von Collingwood: „Man fragt sich begreiflich was die Natur dieser planetaren Körperchen sei, welche die hohen Regionen der Atmosphäre durchdringen und zerstört werden, sobald sie in die Lagen von wahrnehmbarer Dichte gelangen. Es scheint mir daher nothwendig die Aërolithen von der Classe der Feuerkugeln und der Sternschnuppen zu unterscheiden, wegen der Verschiedenheit der Lichterscheinungen und der Schwere. Die Sternschnuppen des letzten August hatten einen merkwürdigen Glanz, aber die Höhe in der sie erloschen, war grösser als jemals. Wären nun die Sternschnuppen feste Körper, so würden diejenigen die leuchtendsten sein, welche tiefer in die Atmosphäre eindringen, und dieses findet nicht Statt. Es scheint mir daher, dass man sie mit den Feuerkugeln vereinigt

ansehen muss, als aus pulveriger Materie bestehend, welche selten im Mittelpunkte der Masse gebildete Sandkörner enthält. Eine solche Zusammenballung der Masse, ohne Ankleben der Theile, erklärt in genügender Weise die beständige Höhe des Verschwindens, das plötzliche Erlöschen, die funkenartig leuchtenden, in Lichtnebel eingeschlossenen Sternschnuppen u. s. w., so wie auch die geschmolzenen Brocken, welche das Aufhören der Flammen begleiten [1]).

Im verflossenen Sommer hatte der hochverdiente Forscher in der Welt der Sternschnuppen Herr A. Quetelet, unser hochgeehrtes correspondirendes Mitglied, an mehrere Personen Fragen gerichtet, über ihre Ansichten in Beziehung auf die gegenseitigen Beziehungen in der Natur dieser drei Abtheilungen von Feuermeteor-Erscheinungen, der Sternschnuppen, der Feuerkugeln und der Meteoritenfälle. Er stellte diese Ansichten nebst seinen eigenen Beobachtungen und Ansichten und Berichten über das August-Phänomen von 1863 im Bulletin de l'Académie Royale de Belgique (Tom. XVI, No. 9) zusammen. Eine zweite Zusammenstellung ähnlicher Art ist von ihm in Nr. 11 desselben Bandes des Bulletin gegeben, die ich dem hochgeehrten Meister in Separatabdrücken verdanke. Ausser seinen eigenen Beiträgen sind es die des Herrn Duprez in Gent, der Frau Caterine Scarpellini in Rom, der Herren Sir John und Alexander S. Herschel in Hawkhurst, Bianconi in Bologna, H. A. Newton in New-Haven, welche in der ersten, Le Verrier und A. Poey in der Havana, welche in der zweiten Zusammenstellung des Herrn

---

[1]) On se demande naturellement quelle est la nature de ces corpuscules planétaire qui percent l'atmosphère dans les régions élevées et qui sont détruits dès qu'ils parviennent dans des couches de densité sensible. Il me paraît nécessaire de distinguer les aérolithes de la classe des bolides et des étoiles filantes, à cause de la différence des phénomènes de lumière et de pesanteur. Les étoiles filantes d'août dernier avaient un éclat remarquable, mais la hauteur de la disparition a été plus grande que jamais. Or, si les étoiles filantes d'août dernier étaient des corps solides, les plus brillantes seraient celles qui pénétreraient plus bas dans l'atmosphère et cela n'a pas lieu. Il me semble donc qu'elles doivent être classées avec les bolides comme étant composées d'une matière pulvérulente renfermant rarement des grains de sable formés au centre de la masse. Une telle agrégation de matière sans agglutination explique d'une manière satisfaisante la hauteur constante des disparitions, les extinctions soudaines, les étoiles filantes étincelantes enveloppées etc. et les morceaux fondus, qui accompagnent la cessation de la flamme Moigno. Les Mondes. I. Année. Tome. II. 14. livraison, 5 Novembre 1863.

Quetelet erscheinen. In beiden hatte Herr Quetelet auch von mir Mittheilungen vorgelegt, namentlich in der zweiten einen Bericht über das von Herrn Julius Schmidt beobachtete Meteor vom 18. October.

Für die unbedingt kosmische Natur sprach sich Sir John Herschel aus: „Was meine Meinung über diese räthselhaften Erscheinungen betrifft, d. h. in Bezug auf die Frage des Ursprungs ausserhalb oder innerhalb unserer Atmosphäre, werde ich nur die Nothwendigkeit, ihnen einen kosmischen Ursprung zuzuschreiben, zugeben können" [1]). Nur die Bewegung mit einem Ringe von „irgend etwas", das sich um die Sonne bewegt, kann zur Erklärung genügen.

„Gewiss lässt diese Erklärung noch viel zu erklären übrig, aber sie genügt wenigstens den zwei grossen Bedingungen des Problems, und diese zwei Bedingungen sind die bezeichnendsten. Was die grosse Höhe über der Erde betrifft, so erweckt sie den Verdacht des Bestehens einer Art von Atmosphäre noch oberhalb unserer Luftatmosphäre, welche leichter und so zu sagen feuriger ist" [2]).

Die Ansichten des Herrn H. A. Newton in New-Haven beruhen mit eben so grosser Überzeugung auf dem kosmischen Ursprunge der Meteore. Namentlich ist es die Periodicität der Meteorströme, welche hier hervorgehoben wird, so wie die Nachweisung, dass diese sich auf das Sternenjahr bezieht.

In der ersten dieser Zusammenstellungen hatte auch ich der Ansichten des verewigten E. C. Herrick von New-Haven gedacht [3]), und mich im Allgemeinen an den von demselben gegebenen Ausspruch angeschlossen: „dass die Sternschnuppen, die Feuerkugeln

---

[1]) Quant à mon opinion sur ces phénomènes énigmatiques (c'est-à-dire par rapport à la question de leur origine extérieure ou intérieure à notre atmosphère) je ne pourrai qu'admettre la nécessité de leur attribuer une origine cosmique. Quetelet. Étoiles filantes etc. No. 9. p. 35.

[2]) Bulletins de l'Académie Royale de Belgique. 2. Série, Tome XIII. p. 127.

[3]) Sans doute cette explication laisse encore beaucoup à *expliquer*, mais elle satisfait au moins aux deux grandes conditions du problème et ces deux conditions sont les marquantes. Quant à leur grande élévation au-dessus de la terre, elle fait soupçonner une éspece d'atmosphère supérieure à l'atmosphère aérien, plus legère et pour ainsi dire plus *ignée*.

und die Meteore alle von gleicher astronomischer Natur sind" [1]). Dazu bemerkt auch Herrick noch: „dass diese Körper (wie die auf der Erde) in chemischer Beschaffenheit und Aggregatzustand verschieden sein können" [2]). In der zweiten gab ich Nachricht von Herrn Julius Schmidt's October-Meteor, ohne fernere Ansichten beizufügen.

Eine Einleitung von Herrn Quetelet erörtert in dieser zweiten Zusammenstellung nochmals die beiden Fragen über den kosmischen oder atmosphärischen Ursprung der Meteore und über die Höhe der Atmosphäre.

Während mir von der Beschaffenheit der Meteoriten ausgehend, nur die Gleichartigkeit der drei Feuermeteor-Classen aus einem allgemeinen Gesichtspunkte unbezweifelbar schien, wagte ich es nicht irgend eine Ansicht über die Höhe der Beschaffenheit der Atmosphäre auszusprechen. Indessen entnimmt Herr Quetelet daraus, dass ich seine Ansicht über eine grössere Höhe, als bisher angenommen wurde, nicht theile [3]). Dieser Ausspruch berechtigt mich wohl ohne den Vorwurf zu besorgen, vorlaut gewesen zu sein, hier auch meinen vollen Anschluss an seine Ansichten zu erklären, sei es in Bezug auf die grössere nothwendig anzunehmende Höhe der Atmosphäre, sei es in Bezug auf die beiden übereinander liegenden Schichten derselben, von verschiedener Beschaffenheit, von welcher er die untere an die Erdrotation gebundene, in welcher Winde und die mannigfaltigsten Veränderungen herrschen, die bewegliche nicht stabile *(atmosphère instable)*, die obere von sehr geringer Dichte *(d'une densité très-faible)*, aber die unbewegliche stabile *(atmosphère stable)* nennt. Gewiss begleitet die letztere obere Atmosphäre auch die Erde in ihrer Bahn, ob sie in ihrer Auflagerung auf der untern auch der täglichen Umdrehung derselben folge, bliebe unentschieden. Dem Charakter ihrer Stabilität würde entsprechen, dass dies wenigstens nicht vollständig der Fall ist. In seinem so wichtigen Werke: *„Sur la physique du globe"* vom Jahre

---

1) Que les étoiles filantes, les bolides et les metéores sont tous d'une nature astronomique identique.

2) Les corps peuvent (comme les corps le font sur la terre) différer en constitution chimique et en aggrégation.

3) Mr. Haidinger ne partage pas mes idées à cet ègard. p. 5.

1861 nennt Quetelet diese beiden Schichten (S. 5) *atmosphère mobile* oder *dynamique* und *atmosphère immobile* oder *statique*. Höchst wichtig in Beziehung auf das Dasein von zwei Schichten von verschiedener Beschaffenheit sind die Betrachtungen des Herrn Benjamin V. Marsh über die Leuchtkraft der Meteore in Bezug auf latente Wärme [1]).

Es wäre wohl günstiger, die beiden Fragen über den Ursprung der Meteore und über die Höhe und Beschaffenheit der Atmosphäre gesondert zu betrachten, doch geben allerdings die Erscheinungen Anlass, dass immer das Eine auf das Andere Einfluss nehmen kann. Hier würde ich nur die erste berücksichtigt haben, wenn mir nicht jene oben erwähnte Stelle die Pflicht, eine Äusserung abzugeben, auferlegt hätte.

Was den Zusammenhang der drei Erscheinungen, der Meteore mit festem Meteoriteninhalt, der Feuerkugeln und der Sternschnuppen betrifft, so glaube ich, ist er durch Herrn Alexander Herschel's Voraussetzung schliesslich in ein vollständig abgerundetes Bild geordnet.

Immer muss man von der Bruchstücknatur der durch den Raum eilenden Körper ausgehen. Aber sie können in ihrer Grösse verschieden sein:

1. einzelne Stein- und Eisenmassen,
2. Aggregate grösserer und kleinerer Bruchstücke,
3. Aggregate kleinster Bruchstücke bis zu dem feinsten Staub.

Die beiden ersten, sind sie einmal fest in unserer Atmosphäre verfangen, finden ihr Ende in den Meteoritenfällen einzelner Bruchstücke oder von Schwärmen von Meteoriten. — Bei den Aggregaten trennen sich die einzelnen Theile unmittelbar bei dem Eintritt in die Widerstand leistende Atmosphäre, die schweren Körper voran. Hier in der ersten Berührung findet gewiss niemals eine Explosion Statt; diese wird gewiss erst in dem ferneren Zuge vorbereitet und ist gleichzeitig mit dem Schlusse der kosmischen Bahn des Meteors.

Bei pulverigen, in einen Ballen vereinigten Theilen, erscheint es sehr begreiflich, wie sie in dem Durchgange durch die oberste Lage der Atmosphäre, zwar in ihrer Gesammtwirkung erst die Erscheinung

---

[1]) Remarks on the luminosity of meteors as affected by latent heat (Silliman's American Journal etc. 2. Ser. vol. XXXVI. Juli 1863. S. 92).

des Leuchtens hervorbringen, sich aber sehr bald in Staub auflösen, so dass nichts mehr da ist, was zu Lichtentwickelung Anlass geben könnte, wenn sie die untere bewegliche Schicht der Atmosphäre erreichen.

Hier denkt man namentlich auch an die sonst so auffallende Nachweisung unseres hochverehrten Freundes Julius Schmidt aus dem Jahre 1851, in seinen Mittheilungen über Feuermeteore in unserer Sitzung am 6. October 1859 [1]), wieder in Erinnerung gebracht, dass im Durchschnitte gerade die helleren Sternschnuppen in grösserer Höhe aufleuchten, während die lichtschwächeren bereits niedrigeren Schichten angehören, nach folgender Tafel:

				Beobachtungen
Meteor 1. Grösse,	Höhe	= 16·2	geographisch. Meilen aus	14
„ 2.	„	= 15·9	„ „ „	20
„ 3.	„	= 10·8	„ „ „	24
„ 4. und kleiner		= 8·5	„ „ „	21

Es genügt anzunehmen, dass das Leuchtendwerden in seiner Verschiedenheit auf der Feinheit der Theilchen beruhe. Der feinste Staub erglänzt sogleich hoch bei seinem Eintritte und erlischt eben so schnell, weil er bereits nach kurzem Eindringen zerstoben ist; weniger feiner, doch entsprechend dem Korne legt einen längeren Weg zurück, doch auch im Allgemeinen nur in den grossen Höhen.

Nicht mit Unrecht legt Quetelet Nachdruck auf die Thatsache, „dass kein Beobachter sagen könne, er habe eine Sternschnuppe berührt, oder dass er auch nur die Substanz einer solchen gesehen habe“ [2]).

Auch die grossen hellleuchtenden Meteore, welche in tieferen Schichten erloschen, obwohl ihrem Eintritte grössere Höhen entsprechen und die doch keine Meteoriten liefern, darf man als durch grössere Ballen staubartiger Körper begründet annehmen. Unter denselben wohl auch das so ausserordentlich glanzvolle, vom October 1854 um 9 Uhr Abends, über welches Sir John Herschel in dem ersten der oben erwähnten Berichte an Quetelet Nachricht gab. Es besass einen Durchmesser scheinbar mehr als doppelt den Durch-

1) Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Classe der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Bd. XXXVII. S. 803.

2) Qu'il n'est aucun observateur qui puisse dire avoir touché une étoile filante ou même avoir vu sa substance. Bulletin. 2. Série. Tome XVI. No. 9. p. 37.

messer des Mondes. Man hatte es im Zenith deutlich sich um seine Axe drehen gesehen, und ohne Zweifel war es der umhergeschleuderte Staub, der den breiten hellglänzenden Schweif bildete, der während der ganzen Zeit sichtbar blieb, ähnlich dem berühmten Meteor vom 18. August 1783 um 9 Uhr 11 Minuten Abends, das von Windsor aus beobachtet wurde und das während seiner Bewegung 60 Secunden sichtbar blieb [1]).

Bei Meteoren, welche am hellen Tage fallen, bleibt der Schweif auch wohl als Rauch oder Wolke sichtbar. Es scheint mir hier sehr wichtig einer Beobachtung zu gedenken, welche sich auf das Meteor bezieht, das am 15. November 1859 Vormittags um $9^1/_2$ Uhr über einem Theil von Nord-Amerika gesehen wurde. Es zog nach Benjamin V. Marsh [2]) ziemlich in westlicher Richtung und fiel etwa vier englische Meilen von Dennisville in Cape May County, New-Jersey, unter einem Winkel von etwa 35 Grad ein.

Eine Rauchsäule blieb sichtbar von nahe 1000 Fuss Durchmesser (the column of smoke was near 1000 feet in diameter), deren Basis auf einer Höhe von etwa 8 englischen Meilen lag. Gewiss ist bei leuchtenden Meteoren die Irradiation ein Factor, der nicht unterschätzt werden darf, besonders bei den allerglänzendsten. Bei einer Rauch-, Nebel- oder Wolkensäule am hellen Tage findet wohl keine Irradiation Statt, die Masse des Meteors, das übrigens gewaltige Schallerscheinungen darbot und wobei doch auch kein Steinfall sich ereignete, mag aus einem Staubballen bestanden haben, der nun in diese Wolke zerstob.

In Herrn Alexander Herschel's Schreiben an Herrn Abbé Moigno findet sich eine Stelle, über welche ich noch eine Bemerkung nicht unterdrücken darf. Es heisst dort: „aus pulveriger Materie bestehend, welche selten im Mittelpunkte der Masse gebildete Sandkörner enthält". Ein Aggregat von mehr und weniger kleinen und feinen Theilchen von Sand und Pulver darf wohl nicht beanständet werden, wohl aber der Sinn, dass sich die Sandkörner im Mittelpunkte der staubartigen Masse erst gebildet haben können. Ein solcher

---

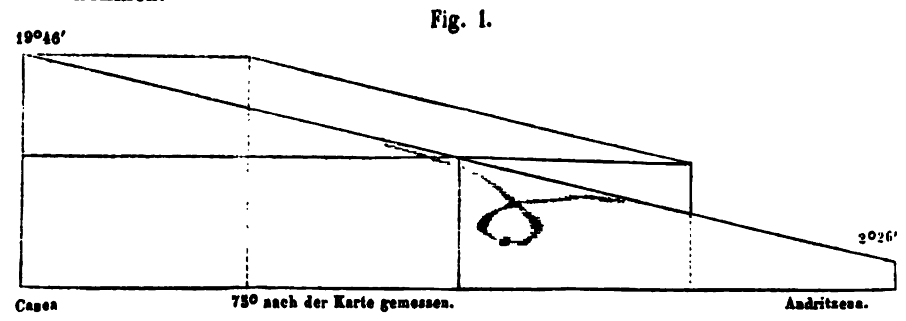
[1]) Schmidt, Feuermeteore, Bd. XXXVII. S. 813.

[2]) Collection of Observations on the Daylight Meteor of Nov. 15. 1859 with remarks on the same. By Benjamin V. March. From the Journal of the Franklin Institute. S. 10.

Vorgang von Neubildung in dem durch den tief kalten Raum geschleuderten Staubballen kann wohl nicht zugegeben werden. Alle Bildung fester Körper bedingt einen grossen Weltkörper, in welchem erst sich gegenseitige Pressung, Erwärmung und Vereinigung kleinster Theilchen zu festen Körpern findet.

Ein Wort noch über den von Julius Schmidt beobachteten Schweif des Meteors vom 18. October 1863 auf der die Abhandlung begleitenden Tafel vorgestellt. Er ist als teleskopische Beobachtung gezeichnet. Die schleifenartige Figur ist aufwärts gerichtet. In der Atmosphäre stand dieselbe natürlich niederwärts. Um ihre Gestalt (Fig. 1) zu erklären, genügt es wohl folgenden Vorgang anzunehmen.

Fig. 1.



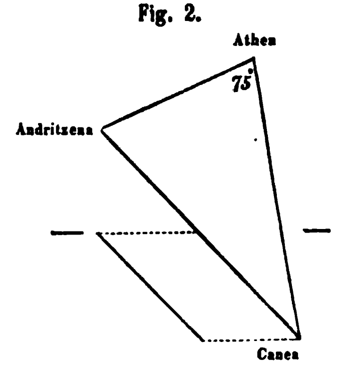
1. Nach dem Meteor blieb dem ganzen Zuge desselben entsprechend eine Schweifwolke zurück.

2. Die Wolke verschwand von den beiden Seiten her zuerst.

3. Sie senkte sich gegen die Mitte zu allmählich tiefer gegen die Erde.

4. Über Canea (Fig. 1 im Aufriss, und Fig. 2 im Grundriss) war die Höhe 21·2 geographische Meilen, über Andritzena 1·6 Meilen. Der Unterschied der beiden Höhen (in Fig. 1) ist nahezu 20 Meilen, in der Mitte der Bahn folglich etwa 10 Meilen.

Fig. 2.



Die Bilder sind nach dem wirklichen Verhältnisse der Höhe zur Länge entworfen. Wäre von jeder Seite etwa die Hälfte der halben Bahnlänge bereits un-

sichtbar geworden, so würde eine Senkung von etwa 8 Meilen zu dem Bilde genügen, während der tiefste Punkt doch noch nahe 4 Meilen von der Erde entfernt geblieben wäre.

5. Gewiss blieb der Andritzena-Schenkel des Schweifes in der tieferen Schicht der Atmosphäre in gleicher Entfernung von Athen und folgte ruhig der Erdrotation von West gegen Ost.

6. Der Canea-Schenkel liegt aber in einer höheren Schicht der Atmosphäre. Hätte dieser sich nicht bewegt, wäre er zwar der Bahnbewegung der Erde von 4·1 Meilen in der Secunde getreu geblieben, hätte er aber an der Rotationsgeschwindigkeit von 1173 Fuss an der Oberfläche unter dem 35° 45′ Breite, oder von 1176—1179 Fuss in einer Höhe von 10—20 Meilen nicht Theil genommen, so hätte in der Zeit von 4 Minuten sein Zurückbleiben, das heisst seine scheinbare Bewegung von Ost gegen West bereits 12 Meilen betragen. Diese Bewegung gleichzeitig mit der Senkung ist vollkommen hinreichend auf dem Himmelsgrunde der Projection einer scheinbaren Schleife zu geben, noch dazu in den tiefsten Stellen mit Unterbrechungen, gerade da, wo die der Erdrotation unbedingt folgende untere Schicht der Atmosphäre vorauseilt, die Abrundung beruht wohl auf dem allmählichen Übergang.

Die Erscheinung selbst ist wohl nicht ungünstig, um selbst als Beweis für die raschere Bewegung der unteren Schicht der Atmosphäre gegenüber der höheren benützt zu werden.

Wohl hätte ich die gegenwärtigen Betrachtungen erst durch Fleiss in den Einzelheiten mehr ausführen und abrunden sollen, aber die hochgeehrte Classe möge sie nachsichtig beurtheilen, wo die mannigfaltigen Ereignisse des Tages die Aufmerksamkeit so sehr in Anspruch nehmen. Auch durfte ich sie nicht ganz zurückstellen, wo Herrn Quetelet's so eifrige und nachdrückliche Behandlung der Fragen und sein freundliches Wohlwollen auch mir die Pflicht der Sprache auferlegte, hochgeehrt zwar aber auch im Gefühle der Bescheidenheit meiner Ansprüche in Gesellschaft der ersten, tiefsten Forscher auf dem in Frage stehenden Gebiete. Dann wieder wirkt der Reiz der neuen durch Julius Schmidt für die Wissenschaft gewonnenen Thatsache, die nunmehr abgeschlossen, wenn auch zu einem verneinenden oder doch sehr zweifelhaften Ergebnisse führende Untersuchung eines problematischen bei Rokycan gefundenen Eisens, eine andere Untersuchung eben auch im Fortgange begriffen,

eines wirklichen Meteoreisens von Copiapo aus dem k. k. Hof-Mineraliencabinet, endlich die neuen erst vorläufig mitgetheilten Nachrichten von einem wirklichen neuen Meteorsteinfalle bei Tirlemont in Belgien, alles dies gestattet nicht die Abschlüsse auf spätere Zeiten zu verschieben, die selbst wieder Tag für Tag Neues bringen.

So viel schien mir aber unerlässlich in rascher Folge der letzten Ergebnisse und Aussprüche von Ansichten hervorzuheben, wie sich von früheren Nachweisungen der Gewissheit von Meteoritenschwärmen aus der Beschaffenheit ihrer Schmelzrinde beginnend, durch die neueste Beobachtung von Julius Schmidt eines Meteors, das selbst aus einem wahren Schwarme von Meteoren bestand und durch Alexander Herschel's Annahme des Eintrittes von Ballen pulveriger Stoffe zur Erklärung der Erscheinung von Sternschnuppen die volle, unmittelbare Verbindung in diesen drei Classen von Erscheinungen hergestellt ist, den eigentlichen Sternschnuppen, den Feuerkugeln und den eigentlichen Kern-Feuermeteoren, deren Schluss das Herabfallen von Meteorsteinen oder von Meteoreisenmassen ist.

Zweiter Bericht über das zu Athen am 18. October 1863 beobachtete Feuermeteor.

Von J. F. Julius Schmidt,
Director der Sternwarte.

Sendschreiben an Herrn Hofrath W. Haidinger in Wien.

In meinem ersten Schreiben vom 22. October v. J. habe ich Ihnen die Einzelheiten der Beobachtung des Meteors mitgetheilt und Bemerkungen hinzugefügt, welche sich unter verschiedenen Annahmen der Entfernung auf die wahrscheinlichen Grössenverhältnisse bezogen. Seit jener Zeit bin ich nicht vergebens bemüht gewesen, Näheres über die Erscheinung in Erfahrung zu bringen, und wenn auch meine an den Minister des Cultus gerichtete Aufforderung: bei den Behörden der südlichen Kykladen und des südlichen Peloponnes Erkundigungen einzuziehen, erfolglos blieb und die Absicht ebenfalls an den Gouverneur von Kreta zu schreiben, nicht ausgeführt ward, so erhielt ich doch im November Anzeigen aus Karpenisi in Nord-Griechenland und aus Gythion (Marathonisi) im Peloponnes, welcher letztern allein ich die Resultate verdanke, die ich im Folgenden darzulegen beabsichtige.

Als Erwiederung meiner Aufforderung in einer Athenischen Zeitung erschien zu Anfang des November die Mittheilung einer sehr werthvollen Beobachtung des Meteors, welche dem Herrn A. N. Botsis, Schiffslieutenant des Kriegskutters „Glaukos" im Hafen von Gythion gelungen war, als er gerade die Nachtwache hatte. Der für unsern Zweck allein wichtige Theil jener Notiz (in Ἀστηρ τῆς Ἀνατολῆς ἀρ. 301) lautet in der deutschen Übersetzung wie folgt:

„Vom Kriegskutter Glaukos im Hafen von Gythion $\frac{25.\ \text{October}}{6.\ \text{November}}$ 1863. Breite 36° 45', Länge 22° 35' 40" östl. von Gr. Am $\frac{7.}{19.}$ October Früh 3 Uhr erschien bei heiterem Himmel und windstiller Luft eine Sternschnuppe (διάττων) in S. 55° O. (beiläufig) und erlosch in N. 36° W.

(sicher). Sie entwickelte gewaltigen Glanz, theilte sich in zwei Körper und glich der explodirenden Rakete.“

Diese Beobachtung enthält keine Angabe über die Zenithdistanzen der Erscheinung und Nichts über die Dauer des Laufes oder sonstige Details. Es war daher ein besonders glücklicher Umstand, dass Herr Botsis am 28. November nach Athen kam und die Gefälligkeit hatte, mich zu besuchen, so dass ich nun die beste Gelegenheit fand, alles Nöthige von dem Beobachter selbst zu erfragen. Das Resultat dieser Besprechung lässt sich so darstellen:

1. Das Azimuth des Anfanges ward erst nach dem Erlöschen des Meteors ermittelt und Herr Botsis glaubt, dass der Fehler nicht grösser als 6° sein werde.

2. Das Meteor blieb nahe eine halbe Minute sichtbar, erhellte mit ausserordentlichem Glanze Land und Meer, so dass deutlich bemerkt ward, wie es hinter dem Gipfel des Taygeton bei Sparta verschwand.

3. Die Azimuthe sind von der magnetischen Variation befreit, und in der oben mitgetheilten Form also schon astronomische Azimuthe, einmal von Süd zu Ost, das andere Mal von Nord zu West gezählt.

4. Das Meteor war zuletzt vieltheilig; ein Schall ward nicht gehört.

5. Die Erscheinung passirte südwestlich das Zenith des Schiffes. Da ich es für nützlich halte, bei diesem in mancherlei Hinsicht besonders interessanten Meteor einige kritische Betrachtungen näher zu entwickeln, so will ich jene fünf Punkte und Anderes speciell erörtern und den Weg bezeichnen, auf welchem ich später zu sicheren Resultaten gelangte.

Zu 1. Botsis sah das Meteor erst als es sehr hell wurde, das starke Aufleuchten erfolgte für Athen in der vierten oder fünften Secunde, als 16° oder 20° der Bahn zurückgelegt waren. Das Azimuth, von Süd zu Ost gezählt und bezogen auf den wahren Anfang, hätte also grösser sein müssen. Da das Meteor bestimmt dem Convergenzpunkte bei γ Leonis[1]) angehörte, so ist zunächst zu untersuchen, wie gross das Azimuth und die Anfangshöhe hätte sein müssen, wenn das Meteor seinen sichtbaren Anfang in jenem Ausgangs- oder Convergenzpunkte $= C$ selbst genommen hätte. Setzt

[1]) Nach Heis liegt der Punkt in $\alpha = 150^0$, $\delta = +28^0$.

man die Ortszeit der Erscheinung zu Gythion = $14^h\ 50^m.9$, die Breite des Schiffes (zwischen der Stadt und der kleinen Insel Cranae) = $36°\ 42'2$, so ergibt sich der Stundenwinkel von C = $5^h\ 21^m.1$ östlich, das Azimuth von C = S 108°3 O., die Höhe von C = 23°6. Da nun alle Meteore von optisch langen Bahnen ihren sichtbaren Anfang nicht in dem zugehörigen Convergenzpunkte nehmen, sondern erst 40°—90° davon entfernt, so lässt sich nach Analogie der Athener Beobachtung folgern, dass auch für Gythion das Meteor erst in bedeutendem Abstande von C zuerst sichtbar geworden sei. Für den Fall, dass es nahezu oder ganz das Zenith von Gythion passirte, ist zwar ein allgemeiner Schluss auf das Azimuth nicht zulässig, aber für die anderen Fälle, wenn das Meteor stark nördlich oder südlich vom Zenith des Schiffes entfernt blieb, erhellt, dass es zwischen 20° — 80° Azimuth (Süd zu Ost) gehabt haben und höher als 24° gewesen sein müsse. Die geringste Annahme für das Azimuth wäre nach Botsis' Aussage = 55° — 6° = 49° und die Höhe des Anfanges (die mir nach der Sonne bezeichnet ward) 35°—40°.

Zu 2. Für den Ort des Schiffes senkte sich das Meteor hinter den Gipfel des Taygeton, der dort in N. 43° W. erscheint. Diese grosse Bergmasse erhebt sich über alle Nachbarn und war bei der mächtigen von der Feuerkugel bewirkten Erleuchtung auch in der Nacht nicht zu verwechseln. Es ist nun zu entscheiden, ob man die Compass-Angabe von Botsis oder das Azimuth des Taygeton für die zweite Beobachtung zu wählen habe.

Zu 5. Auf mehrfach wiederholte Fragen behauptete Herr Botsis mit Bestimmtheit, dass das Meteor südwestlich vom Zenith des Schiffes hingezogen sei und als ich nach dem Betrage der Zenithdistanz mich erkundigte, hielt er 15° — 20° für zu gross. Hier ist zu erwägen, dass bei so ungewöhnlicher Glanzerscheinung in der Nacht die Beobachtung selbst und noch mehr die spätere Erinnerung daran nur unsicher sein konnte.

Construirt man (unter Zugrundelegung der grossen französischen Karte) die zu Athen und Gythion beobachteten Azimuthe, so fällt die Projection der Meteorbahn beträchtlich nördlich von Gythion und berührt Sparta. Es liegt also irgendwo ein Fehler und um diesen versuchsweise zu ermitteln, dient die folgende Betrachtung.

1. Die Athener Beobachtung. Über den Anfang der Bahn besteht kein Zweifel, da ich die Sterne sogleich vermerkte und

50 Secunden später die Bahn in Argelander's Uranometrie eintrug. Auch die Richtung der Bahn konnte desshalb nicht wesentlich entstellt werden, weil ein Zwischenpunkt derselben bei v^1v^2 Eridani durch den restirenden Schweif gegeben war. Der Endpunkt ist desshalb in engen Grenzen eingeschlossen, weil ich bestimmt wusste, dass β Ceti unterhalb der Bahn blieb und das Meteor den Horizont zuletzt nicht berührte. Das Ende setze ich so an, dass die Zenithdistanz 88° nicht überschreiten konnte. In der Mitte der eingezeichneten Bahn mag die Abweichung von der wahren Lage $\pm$ 1°5 betragen.

2. Die Beobachtung zu Gythion. Zieht man in Betracht, dass auf einem kleinen Kriegsschiffe der griechischen Marine schwerlich strenge darauf gesehen wird, dass zu jeder Zeit der Fehler des Compasses genau bekannt sei; ferner dass bei der Beobachtung des Anfanges und Endes einer ausserordentlichen Nachterscheinung ein ganz unvorbereiteter Beobachter sich irren konnte; endlich dass das Verschwinden des Meteors hinter dem Taygeton, so wie sein südwestlicher Abstand vom Zenith vorwiegend genau aufgefasst ward, so ist es erlaubt:

a) Das Azimuth des Anfanges (zu Gythion) so lange zu ändern, bis die Projection der Meteorbahn südlich an Gythion vorüberzieht.

b) Das Azimuth des Taygeton zu wählen anstatt der Angabe des Compasses für das Ende.

c) Die Athener Angaben ungeändert für die Rechnung zu benützen.

Es gibt nun bekanntlich verschiedene Methoden die Bahn eines Meteors zu berechnen; aber es ist Sache der Erfahrung, für welche sich zu entscheiden man für nützlich hält. Bessel's Methode, die vollkommenste von Allen, habe ich in früheren Jahren vielfach angewandt, während Prof. E. Heiss mehr den constructiven Weg vorzog. Der Letztere hatte darin ganz recht, weil in den meisten Fällen die Unsicherheit der Beobachtungen es gestattet, sich mit ungefähren Annäherungen zu begnügen.

Auch jetzt werde ich Bessel's Methode nicht anwenden, sondern einen Theil der Rechnung auf dem Wege der Construction, den andern mit Benützung der Vorschriften von Olbers durchführen. Aus der Construction der Azimuthe und Richtungslinien entnehme ich die Abstände der Beobachtungsstationen von denjenigen

Punkten, wo jene Linien sich schneiden, also von den Punkten, wo Anfang und Ende der Meteorbahn im Zenith erschien. Diese Abstände, giltig für Athen, seien a und a' in Graden, die scheinbaren Höhen h und h', r der Erdradius bei 37 $^1/_2$ Grad Breite = 0·99877 = 857·462 geogr. Meilen. Dann ist nach Olbers

$$x = \frac{2 \sin \frac{1}{2} a \sin\left(h + \frac{1}{2} a\right)}{\cos (h+a)}; \quad \operatorname{tang} \varphi = \frac{2 \sin \frac{1}{2} a \sqrt{r(r+x)}}{x}$$

und $\Delta = \dfrac{x}{\cos\varphi}$, wenn Δ den Abstand Athens vom Anfangspunkte der Meteorbahn bezeichnet. Ich nenne ferner H und H' die senkrechten Anfangs- und Endhöhen der Bahn, M die Länge des durchlaufenen Weges, d die Dauer der Erscheinung (im Mittel 20 Secunden) und $g = \dfrac{M}{d}$ die Geschwindigkeit in einer Secunde, ebenfalls ausgedrückt in geographischen Meilen, jede zu 3807 Toisen gerechnet. Die Rechnung bezog sich nun auf die folgenden drei Hypothesen für Gythion:

I.

Azimuth des Anfanges = S. 50° O.
„ „ Endes = N. 36° W.

II.

Azimuth des Anfanges = S. 40° O.
„ „ Endes = N. 43° W.

III.

Azimuth des Anfanges = S. 35° O.
„ „ Endes = N. 43° W.

Für Athen war in allen drei Hypothesen unverändert angenommen:

Azimuth des Anfanges = S. 12°9 O. Höhe 19°46′
„ „ Endes = N. 109·8 W. „ 2·26.

Sie ergab die folgenden Werthe:

	Hyp. I.		Hyp. II.		Hyp. III.	
H =	15·91	=	21·26	=	25·82	Meilen.
H' =	1·58	=	1·64	=	1·64	„
Δ =	41·83	=	54·20	=	64·23	„
Δ' =	23·49	=	24·25	=	24·25	„
M =	45·48	=	56·70	=	65·41	„
g =	2·274	=	2·842	=	3·296	„

Von Athen gesehen, liegt Gythion etwa in S. 36°5 W. oder vom Anfangsorte des Meteors an gerechnet, 49°4 westlicher. Ohne

hier eine scharfe Reduction anzuwenden, fand ich für den Ort der Meteorbahn, der von Athen gesehen, in der bezeichneten Richtung lag, die Entfernung Δ

nach I $\Delta_1 = 21\cdot8$ Meilen,
„ II $\Delta_1 = 23\cdot9$ „
„ III $\Delta_1 = 24\cdot8$ „

und mit diesen Angaben sodann beiläufig die senkrechten Höhen $= H$ des Meteors in jener Gegend, nebst den Zenithdistanzen $= Z$ für Gythion (in der angegebenen Richtungslinie):

Nach I	$H_1 = 5\cdot7$	Meilen,	$Z_1 = 20^\circ5$	gegen	NO.
„ II	$H_1 = 6\cdot49$	„	$Z_1 = 1\cdot9$	„	SW.
„ III	$H_1 = 5\cdot24$	„	$Z_1 = 11\cdot6$	„	SW.

Die aus der ersten Hypothese resultirende nordöstliche Zenithdistanz für Gythion = 20 steht im directen Widerspruche mit Botsis bestimmter Behauptung, dass das Meteor südwestlichen Abstand vom Zenith des Schiffes gehabt habe. Die beiden anderen Hypothesen bringen die Lage auf die Südseite des Zeniths, und zwar die letzte ungefähr so viel wie es die Beobachtung angibt oder wenigstens zugibt. Bestimme ich ferner den Punkt der Bahn, der von Athen gesehen in der Richtung gegen Gythion lag, so hatte dieser etwa 34°2 Rectascension und — 24°5 bis 26°5 Declination. Die Auflösung des Polardreieckes ergibt in diesem Punkte die scheinbare Höhe = 15°7 oder 16°7, wofür die drei Hypothesen zulassen:

h_1 nach I ungefähr	$= 13^\circ2$	gegen SW. zu Athen,	$= 69^\circ5$	gegen NO. zu Gythion,
h_1 „ II „	$= 14\cdot2$	„ „ „ „	$= 88\cdot1$	„ SW. „ „
h_1 „ III „	$= 10\cdot6$	„ „ „ „	$= 78\cdot4$	„ „ „ „

Für den fraglichen Punkt der Bahn waren also die Parallaxen resp. 97°, 74° und 68° demnach so gross, dass Fehler von einigen Graden hier nur einen ganz unwichtigen Einfluss haben können. Diese Rechnungen sind keineswegs in aller Schärfe geführt worden, ausgenommen für H, H', M und g, weil die Unsicherheit der Beobachtungen mich gleich zu Anfang die zu beachtenden Grenzen der Genauigkeit erkennen liess. Sie sind aber völlig ausreichend, um in diesem Falle keinen Zweifel darüber zu lassen, dass man das Resultat der II. Hypothese zu wählen habe. Weil nun das Meteor südwest-

lich vom Zenith des Schiffes bleibt und die berechnete mittlere scheinbare Höhe für Athen = h mit meiner Beobachtung bis auf etwa 2° übereinstimmt. Es wäre ganz überflüssig auch diesen Fehler noch durch Variationen der Rechnung wegschaffen zu wollen, da man nichts weiter erreichen würde, als in H, H' und M die Zehntheile, in g die Hunderttheile zu verändern.

Nach der zweiten Hypothese begann das Leuchten des Meteors in 21·2 Meilen senkrecht über Kanea auf der Insel Kreta; es zog sodann über die See gegen NW. über Cerigo, Elaphonisi und das Gebiet von Gythion hin, zog westlich an Sparta vorbei, über das Taygeton-Gebirge und erlosch westlich von Andritzena unweit der peloponnesischen Küste, nahe Tsourtsa und nahe dem Nedafluss in 1·6 Meilen Höhe. Dabei war die mittlere Geschwindigkeit in einer Secunde = 2·842 Meilen = 64920 Par. Fuss oder etwa 0·69, wenn die mittlere Bahngeschwindigkeit der Erde = 1 gesetzt wird. Diese Bewegung ist eine der allergeringsten, die jemals aus hinreichend genauen, also zurechnungsfähigen Beobachtungen resultirte. Um sie auf 4 Meilen zu bringen, wären Änderungen der Beobachtungen zu Athen und Gythion erforderlich, die auf keine Weise gestattet werden dürfen; die von mir sehr genau bestimmte Dauer der Erscheinung liegt sicher zwischen 19 und 21 Secunden, so dass ich dafür das Mittel = 20 Secunden gewählt habe. Erwägt man, dass die Bewegung des Meteorkörpers sehr wahrscheinlich schon in der 5. Secunde durch eine Explosion gestört ward, dass alsdann ein meilenlanger Schwarm von ungleich grossen Fragmenten sich in schräger Richtung der Erde näherte, dass dieser im letzten Drittheile der Bahn schon dichtere Regionen der Erdatmosphäre erreichte und die Raumbewegung dieser Körper jener der Erde und der Rotationsbewegung der Luft ungefähr entgegengesetzt war, so wird eine planetare Geschwindigkeit von etwas weniger als 3 Meilen nicht mehr so anffallend erscheinen, wenn noch der mit der Geschwindigkeit sehr zunehmende Widerstand in Betracht gezogen wird.

Nach der Lage der Meteorbahn können Fragmente der Feuerkugel in der ganzen Landstrecke zwischen Gythion und der Mündung des Nedaflusses gefallen sein; aber nur die Nachzügler, nicht die beiden voranziehenden Boliden, da diese vermöge ihrer Richtung und Geschwindigkeit die See zwischen Zante und dem Peloponnes erreicht haben müssen.

Als das Meteor von Athen gesehen, etwa in S. 36° O stand, erschien sein Durchmesser dem freien Auge wenigstens 15 Bogenminuten gross. Diese Zahl, verbunden mit der Distanz = 23·88 Meilen, führt auf einen wahren Durchmesser von 2380 Par. Fuss und wir gelangen also auch hier zu einem jener grossen Werthe, wie sie derart öfter angegeben werden. Sie sind aber eben so illusorisch als jene, die folgen würden, wenn man unter Annahme der richtigen Distanzen die wahren Durchmesser der Planeten oder Fixsterne nach den mit freiem Auge taxirten scheinbaren Grössen ableiten wollte, denn jene würden wir um 10 — 100 mal zu gross finden. Berechnen wir die Grössen der Meteorfragmente nach den genäherten Schätzungen, die mir an achtmaliger Vergrösserung des Kometensuchers gelangen und setzen wir für die grossen Kugeln $d = 50''$, für die mittlere 5″, für die kleinsten 1″; ausserdem für den Abstand der beiden Hauptschweife, welche die vorangehenden beiden Kugeln nach sich führten, 7 Bogenminuten, so ergibt die Rechnung:

Durchmesser des Hauptkörpers	=	132 Par. Fuss.
„ der mittelgrossen Fragmente	=	13 „ „
„ „ kleinsten „	=	2—3 Par. Fuss.

Da nun in diesem speciellen Falle (vergl. Ber. I) die Irradiation nebst dem falschen Lichte [1]) die scheinbaren Durchmesser wenigstens um das Doppelte vergrösserte, so darf man mit besserem Grunde, resp. 66, 6 $^1/_2$ und 1—2 Fuss annehmen. In Rücksicht auf das höchst intensive Licht des Meteors halte ich es sogar für zulässig, selbst auf den vierten Theil jener berechneten Grössen sich zu beschränken und demnach zu sagen, dass die einzelnen Theile nur resp. 33, 3 und $^1/_2$ Fuss gross gewesen seien. Der oberwähnte Abstand der Bahnen beider Meteorkörper betrug wenigstens 1100 Fuss. Sonach erkennen wir nun in einem entscheidenden Beispiele, was von den mit freiem Auge geschätzten Durchmessern der Meteore zu halten sei. Wir gewinnen die Überzeugung, dass wahrscheinlich alle zu 1000—3000 Fuss Durchmesser berechneten Grössen illusorisch sind, dass solche Resultate bei den Meteoren ebenso wenig der Wahrheit entsprechen, als bei Planeten und Fixsternen, wenn man in bei-

---

[1]) Ich meine den Lichtwulst, der am Fernrohre das schon durch Irradiation vergrösserte Bild der Venus umgibt.

den Fällen nur die ohne Fernrohr geschätzten scheinbaren Durchmesser berechnen wollte. Diese Folgerung ist nun zwar selbstverständlich, scheint aber auf die Meteore niemals ernstlich angewandt worden zu sein. Das Beispiel des 18. October zeigt Grössen, welche zu dem Volumen fast aller bekannten wirklich herabgefallenen Meteoriten im guten Verhältnisse stehen.

Setzt man die Entfernung des Meteors von Athen in dem Punkte, wo sich das starke, langdauernde Schweifstück zeigte = 40 Meilen, so hatte der Schweif gegen 500 Fuss Breite und die elliptische Durchschlingung (Schleife), welche ich in der 10. Minute zeichnete, hielt im grössten Durchmesser 1·4 Meilen, wo sie im Zenith stand, musste sie 5 $^1/_2$ Grad messen und einer weissgrauen Wolke mit helleren Rändern gleichen. Dass solcher Anblick möglich sei, lehrten mich die merkwürdigen Beobachtungen zu Athen in der an glänzenden Meteoren reichen Nacht des 13. November 1863.

Zusatz. Ausser der Angabe von Botsis findet sich noch eine gedruckte Notiz in der Zeitung 'Εθνοφύλαξ ἀρ. 364. Es wird nämlich aus Karpenisi in Nord-Griechenland berichtet, dass das Meteor am 19. October Früh 3 Uhr in SO. erschien, gross und mit ausserordentlichem Glanze (σῶμα παμμέγεθες φωτεινὸν) mit hellem Schweife und sich gegen Westen wandte, wo es hinter Bergen verschwand. Es wird ferner gesagt, dass einige Secunden später ein Schall, ähnlich einem schweren Kanonenschusse, aus der Ferne gehört ward; „δευτερόλεπτα δὲ τινα μετὰ τὴν δύσιν τοῦ ἠκούσθη δοῦπος, ὥσει μεγίστου κανονίου μακρόθεν ἐρχόμενος." Hier ist aber ein Irrthum, indem es „λεπτὰ δὲ τινα" heissen muss, weil der Schall zufolge der Rechnung mindestens 8 $^1/_2$ Minuten gebrauchte, um Karpenisi zu erreichen, vorausgesetzt, dass die Explosion bei Andritzena stattfand, was gar nicht erwiesen ist. Es wird ferner erwähnt, dass der Hauptkörper von 2 Stücken, ähnlich Trabanten (ὡς δορυφόροι), begleitet ward, wie es denn ähnlich auch zu Athen und Gythion erschien.

So gross aber war der Glanz, dass auch die kleinsten Gegenstände am Erdboden deutlich waren. Die Angabe, dass zu Karpenisi das Meteor in SO. erschien, ist sehr richtig; dort konnte die Bahn nur in starker Verkürzung gesehen werden und desto auffallender

durch die langsame Bewegung oder die lange Dauer des Leuchtens. Nach brieflichen Berichten sah man zu Kumi auf Euböa das Meteor am südlichen Himmel. Was hier zu Lande über diese Feuerkugel bisher gedruckt ward, besteht schliesslich im Folgenden:

1. Eine kurze Anzeige von mir in der Zeitung 'Εϑνοφύλαξ, Ende October.

2. Die oberwähnte Notiz aus Karpenisi, in derselben Zeitung.

3. Ein grösserer Aufsatz von mir, sehr sorgfältig von Professor Herakles Mitzopulos aus dem Deutschen in's Griechische übersetzt, in der Zeitung: Μελλον, ἀρ. 11. 1863. Νοεμ. 8. I. Φ. Ιούλιος Σμίτ, Διευϑυντὴς τοῦ ἐν 'Αϑήναις ἀστεροσκοπείου — Περὶ τοῦ πυρίνου μετεώρου τοῦ αναφανέντος τῇ 18ῃ (6ῃ) Οκτωβρίου 1863. Εκ τοῦ γερμανικοῦ μεταφρασις. H. M.

4. Der Bericht von A. N. Botsis, welchem zumeist man die obigen Resultate verdankt.

Athen 1863, Dec. 10.

Zusatz.

Nachdem die Rechnungen über das Meteor abgeschlossen waren, erhielt ich am 12. December briefliche Nachricht von Herrn P. A. Palamides aus Karytäna im Peloponnes, der die Erscheinung gesehen und die Detonation gehört hatte. Die Angabe des Briefes, dass die Bolide mit kanonenschussähnlicher Detonation über den Komopolis Andritzena erloschen sei, hat desshalb ein besonderes Interesse, weil sie genau das Resultat meiner Rechnung bestätigt, der zu Folge das sichtbare Ende der Meteorbahn nahe senkrecht 1 $^1/_2$ Meilen hoch über Andritzena lag. In mehr als 22 Meilen Abstand scheint die Detonation nicht mehr gehört worden zu sein. So war es auch bei der grossen Feuerkugel 1862. Aug. 16. 16 $^1/_2$ Uhr, welche von N. nach S. über Arkadien zog und über dem Taygeton detonirte. In Athen ward der Schall nicht mehr gehört, auch nicht auf Salamis, wo ich selbst mich in jener Nacht im Kloster Phaneroméni aufhielt. Über das letztere Meteor habe ich einen Bericht von dem Bürgermeister des albanesischen Dorfes Dara in Arkadien, Herrn Lampropulos, und einen andern von dem früher genannten Herrn Palamides aus Karytäna.

Athen 1863, Dec. 18.

Über die Bindung und Ausscheidung der Blutkohlensäure bei der Lungen- und Gewebeathmung.

Von Dr. W. Preyer.

(Mit 1 Holzschnitte.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 8. Jänner von Prof. C. Ludwig.)

Schöffer[1]) und Szcelkow[2]) hatten dargethan, dass das venöse Blut ausnahmslos mehr CO_2 enthält, die nur durch Säuren ausgetrieben werden kann, als das arterielle. Es musste demnach untersucht werden, auf welche Weise die Athmung vorgeht, um jenen CO_2-Antheil aus dem gebundenen in den freien Zustand zu versetzen. Holmgren hatte, indem er sein Augenmerk auf dieselbe Frage richtete, schon gefunden, dass der Sauerstoff, welcher zum venösen Blut geführt wird, die Spannung seiner CO_2 zu erhöhen vermag; er hatte dagegen unerörtert gelassen, wie sich bei jenem Vorgange die gebundene CO_2 verhalte. Die nachfolgende Abhandlung beschäftigt sich mit dieser Aufgabe; die ihr zu Grunde liegenden Untersuchungen habe ich unter Anleitung des Herrn Professor C. Ludwig und nach den von ihm angegebenen Methoden ausgeführt.

Man kann den Grund des chemischen Processes, durch welchen die gebundene CO_2 bei der Athmung entwickelt wird, entweder in einem specifischen Einfluss des Gewebes der Lunge, oder in dem Sauerstoff finden, welcher dem Blut beim Durchgang durch das letztere Organ zugefügt wird. Die Untersuchungen von Holmgren, aus denen hervorging, dass die Spannung der CO_2 im venösen Blute wächst, wenn ihm Sauerstoff zugefügt wird, waren für mich bestimmend, zuerst den Versuch zu machen, ob die gebundene CO_2 des venösen Blutes dadurch vermindert werden könnte, dass es mit Sauerstoff geschüttelt wurde. War dieses der Fall, so konnte der geringere Gehalt des arteriellen Blutes an gebundener CO_2 durch den Zutritt des Sauerstoffes erklärt werden, und es lag kein Grund

[1]) Diese Sitzungsberichte Bd. 41.

[2]) Ibid. Bd. 45 und Bulletin de la société impérial des nat. Moscou 1862. III.

mehr vor, eine specifisch-chemische Einwirkung des Lungengewebes anzunehmen.

So einfach der Plan, nach welchem vorzugehen war, so schwer ist die technische Ausführung eines solchen Versuches, und zwar hauptsächlich wegen seiner langen Dauer, welche die Fehlerquellen vermehrt.

Zur Controle wurde meist jede Blutart (die unveränderte venöse und dieselbe mit Luft geschüttelt) doppelt, d. h. in zwei Portionen untersucht. Gleichzeitigkeit beim Auspumpen der Gase aus zwei Portionen war nicht erreichbar. Es mussten daher von den vier vorher abgemessenen und wohlgemischten Blutmengen die, welche noch nicht untersucht werden konnten, in Eis aufbewahrt werden. Wenn auch Nawrocki [1]) aus einem eigens angestellten Versuche schliesst, „dass es bei Anstellung vergleichender Versuche, wo man nicht alle Blutportionen auf einmal vornehmen kann, dem Zwecke vollkommen entsprechend sei, die vorläufig bei Seite gestellten Blutportionen in Eis aufzubewahren", so steht doch, wie die hier mitzutheilenden Versuche zeigen werden, fest, dass die Zusammensetzung der Blutgase nach 20—28stündigem Stehen des Blutes im Eise, bei Luftabschluss erhebliche Veränderungen erleiden.

Das Schütteln des venösen Blutes mit atmosphärischer Luft wurde in einer im Vergleiche zur angewandten Blutmenge grossen Flasche bewerkstelligt, welche vollkommen trocken und rein sein musste. Ich pflegte es, wenn das Blut die hellrothe, arteriellem Blut eigene Farbe angenommen hatte, etwa noch eine Minute lang fortzusetzen, um eine Abgabe der verdunstbaren CO_2 zu befördern.

Auf die Bestimmung der gebundenen CO_2 wurde selbstverständlich die grösste Sorgfalt verwendet. Nachdem die auszupumpende Blutmenge im Vacuum so lange erwärmt worden, bis sie durchaus keine Gase mehr abgab, eine beim Hunde fast schwarze, beim Schafe dunkelrothbraune Farbe angenommen hatte und nicht mehr schäumte, sondern nur grosse, scheibenartige Wasserdampfblasen erzeugte, wurde die Säure zugesetzt. Damit die Menge der zuzusetzenden Säure einigermassen abgeschätzt werden konnte, ward eine vorher auf Hundeblut titrirte Lösung von Oxalsäure an-

---

[1]) Studien des physiolog. Instituts zu Breslau von Haidenhain 1863, II. S. 166.

gewandt, die in 1 CC. nur 0·011 Gran Oxalsäure enthielt. Die Verdünnung ist desshalb so gross, damit die Bildung von Gerinnseln im Blute nicht überhand nehme, wodurch Gasbläschen zurückbehalten werden können. C_2O_3 wurde benützt, weil sie leicht vollkommen rein zu erhalten ist und lange unzersetzt bleibt. Sie wurde in flüssiger Form angewandt, weil das Auflösen eines Krystalls im Blute längere Zeit in Anspruch nimmt, und die Mischung des Blutes mit der Säure schwerlich so vollständig wird.

Die C_2O_3-Lösung wurde mittelst eines fein ausgezogenen Trichters durch die capillare Öffnung des oberen Glasellipsoides der Gaspumpe auf das Quecksilber gegossen, während dieses unten abfloss, somit musste sie eingesogen werden. Nachdem das Sammelrohr aufgebunden war, wurde kein eigentliches Vacuum erzeugt, vielmehr Sorge getragen, dass etwas atmosphärische Luft zurückblieb und nur ein luftverdünnter Raum sich bildete. Dies geschah, damit, wenn von der ohnehin geringen CO_2-Menge, die man aus circa 50 CC. von seinen verdunstbaren Gasen befreiten Blutes noch erhält, durch Haftenbleiben irgendwo im Apparate etwas verloren gehen sollte, der dadurch entstehende Fehler verkleinert werde. Nach Vermengung der Säure mit dem Blute entstand ein äusserst feinblasiger, gelblicher Schaum und das Blut begann zu perlen. Nach halbstündigem Erwärmen auf 38—40° C. wurden die Gase gesammelt.

Grosse Vorsicht heischt das Öffnen und Schliessen der untern Klemme des Sammelrohres. Selbst bei häufig erprobter manueller Geschicklichkeit gelingt es nicht immer, die Gase vollständig ohne Flüssigkeit (verdunstetes Wasser, das sich an den Glaswänden niedergeschlagen hatte, und vom aufsteigenden Hg mitgenommen wurde, mitunter auch geringe Blutspuren) in das Sammelrohr aufsteigen zu lassen. Hier kommt jedoch die Einrichtung zum Umlegen des ganzen Apparates aus seiner lothrechten in die horizontale Lage sehr zu Statten. Man kann dadurch auch das letzte Gasbläschen ohne Flüssigkeit erhalten, indem beim Umlegen das rückständige Gas sich an der höchsten Stelle, d. i. im Querfortsatz der oberen Glaskugel sammelt, auf dem Wege dahin aber beobachtet wird; man lässt nun so lange Bläschen nach Bläschen aufsteigen, bis beim Umlegen keines mehr sichtbar ist, und hat so sämmtliches Gas vollkommen von der Flüssigkeit getrennt. Noch zweckmässiger würde

es sein, wenn der Querfortsatz, der überhaupt in den neueren Apparaten bei einfachen Blutgasbestimmungen nutzlos ist, ganz fehlte. Dann hätte man das zu sammelnde Gas nach dem Umlegen ganz vor sich, während man es mit ihm nur beim Umlegen in Blasen aufsteigen sieht.

Zur Gewinnung der gebundenen CO_2 wurde zwar stets zweimal das Vacuum erzeugt (i. e. zuerst ein luftverdünnter Raum und nach dem Sammeln der CO_2 und der Luft ein Vacuum) aber in keinem Versuche erhielt ich bei Letzterem Gase. Die CO_2 war stets schon nach dem ersten $^1/_2$stündigen Erwärmen ganz entwichen. Zu dem mit Luft geschüttelten Blute wurde stets dieselbe Menge C_2O_3-Lösung zugesetzt, wie zum unveränderten venösen, nämlich auf 50 CC. Blut ungefähr 13 CC. C_2O_3-Lösung.

Da ein Versuch wie der andere angestellt wurde, und die Einzelheiten jedes derselben von keinem Interesse sind, ausserdem ihre Mittheilung zu viel Raum in Anspruch nehmen würde, so sei hier der Gang eines mit vier Blutportionen angestellten Versuches im Allgemeinen angegeben: Nachdem ungefähr 200—250 CC. venöses Herzblut durch die *v. ingularis* einem grossen Hunde oder einem Schafe unter vollkommenem Luftabschluss entzogen worden, wird es durch Schütteln mit Quecksilber defibrinirt. Dann werden zwei Portionen davon unter Hg in je zwei Blutrecipienten übergeführt, der Rest mit atmosphärischer Luft geschüttelt, hierauf dieser gleichfalls in zwei Blutrecipienten vertheilt. Nach Ablesung aller vier Blutvolumina werden drei davon in Eis gestellt, die vierte Portion gasfrei gemacht. An demselben Tage wird eine von den in Eis aufbewahrten Portionen gleichfalls ausgepumpt und am folgenden Tage die beiden anderen, die inzwischen die Temperatur von 0° C. behalten haben. Auf die Gasgewinnung folgte die Gasanalyse mit acht CO_2 und vier O-Bestimmungen nach Bunsen's Methoden.

Dass bei so zahlreichen Operationen, deren Dauer nach Tagen zählt, die Versuchsfehler mannigfaltig sein müssen, leuchtet ein. Doch wurde jede Bestimmung, bei der ein solcher constatirt werden konnte, ohne weiters gestrichen. Daher finden sich in beiliegender Tabelle Lücken, die der Leser entschuldigen möge. Wer selbst sich mit ähnlichen Versuchen beschäftigt hat, wird die Übereinstimmung der im identischen Blute unverändert gebliebenen Gasmengen O, N, gesammte CO_2-Menge (in col. IX) gewiss

befriedigend finden, wenn er bedenkt, dass jeder ein Gasvolum ausdrückenden Zahl ein vierfacher Fehler anhaftet, der der Blutgewinnung, Gasgewinnung, Gasanalyse und Ablesung. Wenn aber die Bestimmungen unverändert gebliebener Gase gleich sind, so erscheinen die nicht übereinstimmenden Zahlenangaben unseres Erachtens um so vertrauungswürdiger.

Ich stelle in der Tabelle die Endresultate der gelungenen Versuche zusammen. Sie bedürfen zum Verständniss kaum einer Erläuterung.

Alle Gasvolumina sind in Kubikcentimetern gemessen, von den Beobachtungstemperaturen auf 0° C., von den beobachteten Drücken auf 1 Millim. Quecksilberdruck von 0° C., und endlich auf 100 CC. Blut (gemessen bei der Temperatur des Körpers) berechnet. „Arteriell“ steht der Kürze halber statt „mit atmosphärischer Luft geschüttelt“.

Versuchsthier	Ver-suchs-Nummer	Blutart	Verdunstbare Gase	Verdunstbare Kohlensäure	Sauerstoff	Stickstoff
Hund I.	1 *a*	venöses	40·92	25·78	11·04	4·10
„	1 *b*	arteriell	42·61	17·71	18·33	6·57
Hund II.	2 *a*	venöses	33·18	25·86	5·60	1·72
„	2 *b*	venöses	36·56	29·24	—	—
„	2 *c*	arteriell	44·06	27·26	—	—
Hund III.	3 *a*	venöses	37·24	27·61	8·98	0·65
„	3 *b*	„	—	—	8·53	0·74
„	3 *c*	arteriell	—	—	9·61	1·36
„	3 *d*	„	30·42	19·57	9·00	1·85
Hund IV.	4 *a*	venöses	28·53	21·51	5·90	0·93
„	4 *b*	arteriell	34·61	19·91	12·61	2·09
„	4 *c*	„	34·72	20·76	12·21	1·75
Schaf I.	5 *a*	venöses	31·81	27·04	3·78	0·99
„	5 *b*	„	35·26	30·72	3·51	1·03
„	5 *c*	arteriell	37·51	24·19	11·31	2·01
„	5 *d*	„	38·08	23·77	11·64	2·59
Schaf II.	6 *a*	venöses	36·39	30·11	6·28	Spur
„	6 *b*	„	37·07	30·79	6·28	0·00
„	6 *c*	arteriell	35·50	24·26	9·24	2·00
„	6 *d*	„	36·36	25·24	—	—

Gebundene Kohlensäure	Gesammte Kohlensäure	Sauerstoff plus Stickstoff	Stunden in Eis	Tag der Gasentziehung	Dauer derselben	Zahl der Auspumpungen	Angewandtes Blutvolum
1·18	26·96	15·14	0	30. März	—	6	56·6
0·71	18·42	24·90	*ca* 4	30. „	—	6	35·2
4·54	30·40	7·32	0	8. April	—	5	51·8
1·34	30·58	7·33	*ca* 24	9. April	—	—	36·0
1·01	28·27	16·80	*ca* 5	8. „	—	—	45·1
1·69	29·30	9·63	0	21. April	3½	—	53·5
—	—	9·27	27	22. „	—	—	50·1
—	—	11·17	6½	21. „	—	3	52·0
0·90	20·47	10.85	22	22. „	3½	—	48·6
1·46	22·97	6·83	0	30. April	3	5	54·9
0·19	20·58	14·70	6	30. „	4	8	48·8
0·86	21·62	13·99	22	1. Mai	3½	—	48·2
8·71	35·75	4·77	0	12. Mai	3½	6	53·7
4·94	35·66	4·54	28	13. „	3¾	6	53·0
4·68	28·87	13·32	5	12. „	3¼	8	49·4
5·25	29·02	14·23	22½	13. „	3¼	5	48·2
7·90	38·01	6·28	0	11. Juni	4	7	53·8
6·74	37·53	6·28	28½	12. „	3¾	7	55·5
5·42	29·68	11·24	6¾	11. „	3¾	7	50·0
4·08	29·32	11·12	23	12. „	4½	8	49·0

Es ergibt sich nun aus der Tabelle Folgendes:

1. Das venöse Blut verliert einen Theil seiner gebundenen Kohlensäure sowohl durch Schütteln mit sauerstoffhältiger Luft, wie durch einen längeren Aufenthalt in einer Temperatur von 0°. Der absolute Verlust, welchen 100 Theile Blut unter diesen Umständen erlitten, und der procentische Antheil, den dieser Verlust von der gebundenen CO_2 des zuerst ausgepumpten venösen Blutes ausmachen, ist in der folgenden Zusammenstellung wieder gegeben.

Nr. des Versuchs	Durch Schütteln mit Luft		Durch 24stündiges Verweilen des v. Blutes bei 0°	
	absoluter Verlust an gebundener CO_2	Procent-Verlust an gebundener CO_2	absoluter Verlust an gebundener CO_2	Procent-Verlust an gebundener CO_2
Hund 1 *b.*	0·47 CC.	40 Pct.	—	—
2 *c.*	3·53 „	78 „	2 *b.* 3·20	70 Pct.
3 *d.*	0·79 „	53 „	—	—
4 *b.*	1·27 „	87 „	—	—
4 *c.*	0·60 „	41 „	—	—
Schaf 5 *c.*	4·03 „	46 Pct. } 43 Pct.	5 *b.* 3·77	43 „
5 *d.*	3·46 „	40 „ }		
6 *c.*	2·48 „	31 „ } 39 „	6 *b.* 1·16	15 „
6 *d.*	3·82 „	48 „ }		

Aus dieser Nebeneinandersetzung ergibt sich, dass mit Ausnahme vom Versuch 6[b] durch beide Einflüsse ungefähr gleiche Antheile der im frischen Blute anwesenden CO_2 in Freiheit gesetzt werden können.

2. Ein wesentlicher Unterschied zwischen den beiden Mitteln, welche CO_2 freimachen, besteht jedoch darin, dass in dem mit Sauerstoff behandelten Blut die Entbindung sogleich bis zu dem Grade, zu welchem sie überhaupt gehen kann, fortschreitet, während in dem Blute, welches dem Sauerstoffe nicht ausgesetzt wurde, sich die bezeichnete Umwandlung nur sehr allmählich einstellt. Dieser Ausspruch stützt sich erstens auf die Angaben der Versuche 2[c], 5[c] und 6[c] im Vergleich mit den von 2[b], 5[b] und 6[b] in der vorstehenden Tafel. Hier war in dem um 20 Stunden früher ausgepumpten hellrothen Blut die CO_2-Entbindung schon weiter fortgeschritten, als im venösen.

Es gründet sich ferner auf die Beobachtungen Holmgren's, welche darthun, dass mit Sauerstoff geschütteltes und ebenso das durch 24 Stunden im Eiswasser aufbewahrte venöse Blut eine grössere CO_2-Spannung erfahren, deren Ursache in der von mir beobachteten CO_2-Entbindung gefunden werden muss. Diese von Holmgren aufgedeckte Spannungsänderung trat im Blute sogleich nach seinem Zusammentreffen mit dem Sauerstoffe ein, während sie in dem kalt bewahrten Blute erst nach Stunden zu beobachten war.

Für den eben ausgesprochenen Satz treten endlich noch ein, die von Schöffer u. Szcelkow angestellten Vergleichungen zwischen natürlichem Arterien- und Venenblut desselben Thieres. Bei ihren Versuchen wurde das arterielle Blut unmittelbar, nachdem es aus der Ader gelassen, ausgepumpt, das venöse aber erst wiederholt 24 Stunden später, und dennoch ist in nahezu allen Fällen der Gehalt des venösen Blutes an gebundener CO_2 höher gefunden, als der des arteriellen.

3. Der Zutritt von Sauerstoff entbindet aber alle CO_2 des Blutes, soweit dieses überhaupt ohne Beihilfe von fixen Säuren geschehen kann. Der Beweis hierfür ergibt sich aus einer Vergleichung der gebundenen CO_2-Mengen, welche das arterielle Blut noch enthielt, wenn es 5 oder 24 Stunden nach der Einleitung von Sauerstoff ausgepumpt wurde. Das nach 24stündigem Aufenthalt in Eiswasser ausgepumpte Blut enthielt im 4. Versuch 0·67 CC. und im 5. Versuch 0·57 CC. mehr, im 6 Versuch aber 1·4 CC. weniger gebundene CO_2, als das 5 oder 6 Stunden nach dem Sauerstoffeinleiten ausgepumpte arteriell gemachte Blut.

4. Das auf künstlichem Wege arteriell gewordene Blut enthält auch im Mittel nicht mehr gebundene CO_2, als das natürliche Arterienblut. In meinen Versuchen enthielt das künstliche Arterienblut des Hundes von 0·19 bis 1·01 Pct. gebundene CO_2; die von Schöffer für das natürliche Arterienblut des Hundes bewegen sich zwischen Spuren und 2·9 CC., das von mir untersuchte arteriell gemachte Blut des Schafes enthielt zwischen 4·08 und 5·42 CC., das von Szcelkow untersuchte natürliche Arterienblut dieser Thierart zwischen 4·42 und 6·88 CC. gebundener CO_2.

Aus Allem folgt, dass mit Rücksicht auf den Umfang und die Geschwindigkeit der CO_2-Entbindung das Zusetzen von Sauerstoff ausserhalb der Lunge gerade so wirkt, wie der natürliche Vorgang

des arteriellen Werdens in der Lunge. Demnach liegt kein Grund vor, die Entbindung der CO_2 in der Lunge auf eine Gewebswirkung dieses Organs zu schieben.

Bevor ich weiter gehe, führe ich noch einige nicht auf den nächsten Zweck bezügliche Thatsachen an, die sich aus meinen Beobachtungen folgern lassen.

1. Das venöse Blut erleidet durch 24stündiges Verweilen im Eiswasser keine Änderung in der Gesammtsumme der in ihm enthaltenen Gase. Einmal erhielt man allerdings Andeutungen dafür, dass während des Stehens sich die CO_2 vermehrt habe. Versuch *4b* gibt verdunstbare CO_2 19·91, geb. 0·19, Vers. *4c* aber verdunstbare CO_2 20·76, geb. 0·86, also 1·04 mehr als früher.

2. Zwischen den Volumina der ausgetriebenen CO_2 und des aufgenommenen O lassen die vorstehenden Versuche kein bestimmtes Verhältniss erkennen. Bei der Art, wie die Versuche angestellt wurden, liess sich auch kein solches erwarten, da die Sauerstoffaufnahme an ganz andere Bedingungen geknüpft ist, als an die Menge der etwa vorhandenen gebundenen CO_2. Ein solches Verhältniss ist um so weniger zu erwarten, da auch ohne den Zutritt von Sauerstoff die CO_2 entbunden werden kann.

3. Das mit Luft geschüttelte Blut enthielt bis zum doppelten mehr Stickstoff als das der Vene entnommene Blut.

4. Sehr merkwürdig ist es, dass im Versuch 6 das Schafblut gar keinen Stickstoff enthielt; es steht unter den bisher untersuchten Säugethierblutarten als ein Unicum da.

Um zu erfahren, ob der O, welcher, wie die Versuche gezeigt haben, die gebundene CO_2 des Blutes vermindert, dieses an und für sich, oder mit Hilfe der Blutkörperchen ausrichtet, war es nothwendig, möglichst reines Serum mit atmosphärischer Luft zu schütteln und die CO_2 des mit Luft geschüttelten und des unveränderten Serums zu bestimmen. Dieses ist in den folgenden zwei Versuchen geschehen.

1. Versuch: Einem sehr grossen Hunde wurde eine beträchtliche Menge Blut aus der *A. Carotis sinistra* entzogen, unter Luftabschluss über Quecksilber in einem hohen cylindrischen Glasgefässe aufgefangen, welches ganz so beschaffen war, wie das von Schöffer (p. 614 sq. l. c.) beschriebene und abgebildete. Das Gefäss wurde, ohne aus seiner lothrechten Lage gebracht zu werden, in Eis gestellt. Nach 46 Stunden hatten sich die Blutkörperchen so vollständig gesenkt, dass circa 100 CC. reinen Serums sich oben angesammelt hatten. Es zeigte nur in dicken Schichten (von mehreren Centimetern) einen rothgelben Schimmer, war durchschei-

nend und dünnflüssig, in dünneren Schichten graugelb. Ich vermochte mit dem Mikroskop keine Blutscheiben aufzufinden. Das Serum wurde nach einander in zwei Blutrecipienten übergeführt, diese unter Quecksilber mit einander in Verbindung gebracht, und auf- und abgeneigt, um eine gleichartige Flüssigkeit zu erhalten, dann abgeklemmt. Die eine Portion ward sogleich gasfrei gemacht, die andere in Eis gestellt, nach 1½ Stunden herausgenommen, etwa 5 Minuten lang heftig mit atmosphärischer Luft geschüttelt und dann die stark schäumende Flüssigkeit in einen hohen schmalen Cylinder gegossen, damit der weisse Schaum sich sammle. Nachdem er zerstoben, wurde diese Flüssigkeit ohne Luftblasen in den Blutrecipienten gegossen und gasfrei gemacht. Die verdunstbaren Gase waren bei der zweiten Auspumpung, die gebundene CO_2 nach einer Auspumpung entwichen, so dass bei der dritten, beziehungsweise zweiten nichts mehr erhalten wurde.

Serum aus Hundeblut		Auspumpbare Gase bei 0° und 1 Meter Hg.	Gebundene CO_2 bei 0° und 1 Millim. Hg.	Auf 100 Theile Serum	
Behandlungsweise	Menge			freie CO_2	gebundene CO_2
Unverändert	49·5 CC.	3·97 CC. fast reine CO_2	7·76 CC.	8·02	15·68
Mit Luft geschüttelt..	47·3 „	2·35 „ „ „ CO_2	7·33 „	4·96	15·46

2. Versuch. Einem sehr grossen Hunde wurde wie im vorigen Versuche Carotidenblut entzogen, und von dem nach 36 Stunden in derselben Weise erhaltenen Serum ein Theil, der nicht mit der Luft in Berührung gekommen war, gasfrei gemacht. Durch den anderen wurde etwa eine halbe Stunde lang atmosphärische Luft geleitet, derselbe dann mit atmosphärischer Luft einige Minuten lang geschüttelt und hierauf gasfrei gemacht. Die Flüssigkeit war röthlich gefärbt und nicht so klar, wie im vorigen Versuche.

Serum aus Hundeblut		Auspumpbare Gase bei 0° und 1 Meter Hg.-Dr.	Gebundene CO_2 bei 0° und 1 M. Hg.-Dr.	Auf 100 Theile Serum	
Behandlungsweise	Menge			auspumpbare CO_2	gebundene CO_2
Unverändert	49·4 CC.	7·13 hievon 6·222 CO_2	10·37	12·58	20·99
Mit Luft geschüttelt..	46·8 „	4·23 „ 2·73 CO_2	9·70	5·83	20·73

Da das Verhalten des Serums bei und nach der Gasentziehung ausser von Schöffer (l. c.) noch nicht untersucht worden ist, so mögen hier anhangsweise einige wenige Notizen darüber Platz finden. Die verdunstbaren Gase entwichen, Schöffer's Beobachtungen entgegen, im Vacuum weit leichter aus Serum als aus Blut. Bei der dritten Erneuerung des Vacuums wurden in beiden Versuchen (in allen vier Fällen) keine Gase mehr erhalten. Das Serum verändert sich nicht in seinem äusseren Ansehen, seiner Farbe, Consistenz und Transparenz, während die freien Gase entweichen, und gasfreies ist nicht von gashaltigem durch den Anblick zu unterscheiden. Durch Säurezusatz entsteht in dem von seinen diffundirten Gasen befreiten Serum ein starker Niederschlag, die Flüssigkeit wird sehr trübe bis zur vollkommenen Undurchsichtigkeit und schäumt stark. Der (CO_2-haltige) Schaum besteht aus sehr kleinen schneeweissen Blasen, derselbe hat genau dasselbe Ansehen, wie der beim Schütteln des unveränderten Serums mit atmosphärischer Luft sich bildende.

Das von seinen absorbirten Gasen durch Luftleere befreite Serum verliert auf Säurezusatz momentan seinen rothgelben Schimmer und wird grau mit einem Stich in's Grüne. Nach dem Schütteln des sauren, auch von seiner gebundenen CO_2 befreiten, Serums mit atmosphärischer Luft, war keine Besonderheit bemerkbar. Die Flüssigkeit blieb opak und schäumte auf. Genau mit Äzkali neutralisirt, wurde sie durchscheinend. Das ursprüngliche, unveränderte, stark alkalisch reagirende Serum gab, mit derselben Menge derselben Säure versetzt, nur einen schwachen Niederschlag. Die bei diesen Reactionen benützte Säure war die oben (S. 29) erwähnte verdünnte C_2O_3-Lösung und die zugesetzte Menge betrug circa 13 CC. auf circa 49 CC. Serum.

Wegen der Schwierigkeit reines Serum, welches nicht mit der Luft in Berührung gekommen war, zu erhalten, habe ich leider die Zahl der Versuche nicht vermehren können.

Das übereinstimmende Ergebniss der beiden mitgetheilten Versuche besteht also darin, dass durch die Einwirkung des Sauerstoffes für sich allein die gebundene CO_2 des Serums nicht gemindert werden kann.

Bleiben wir nun bei den bis dahin gewonnenen Erfahrungen einstweilen, um eine Umschau zu halten, stehen, so kann nicht verkannt werden, dass die Blutkörperchen auf die Ausscheidung der

CO_2 einen wichtigen Einfluss üben, dessen Grösse sowohl mit dem Gehalte der Körperchen an Sauerstoff, wie mit der Menge der CO_2 in der Blutflüssigkeit einer Veränderung unterworfen ist.

Da wir keinen Grund haben anzunehmen, dass die reichliche Menge gebundener CO_2, welche wir im Serum finden, der normalen Blutflüssigkeit fehle, so müssen wir sagen, dass die Körperchen, gleichgiltig, ob sie reich oder arm an Sauerstoff sind, die gebundene CO_2 der Blutflüssigkeit bei dem gewöhnlichen CO_2-Druck des Blutes entweder gar nicht oder nur sehr unvollständig auszutreiben vermögen; denn sonst könnte das aus dem Blute ausgeschiedene Serum nicht noch bis zu 20 Volumprocente gebundener CO_2 besitzen.

Wenn dagegen das Ausdehnungsbestreben der CO_2 durch Erniedrigung des auf ihr lastenden Druckes erhöht wird, so sind nun die Körperchen im Stande, die gebundene CO_2 der Blutflüssigkeit vollständig auszutreiben; dieses ergibt sich nicht allein aus dem directen Versuche von Schöffer, welcher im luftleeren Raume Serum und Blut mischte, sondern auch aus übereinstimmenden Beobachtungen aller übrigen Analytiker, wornach beim Auspumpen des Blutes viel weniger gebundene CO_2 zurückbleibt, als dieses nach ihrem Gehalte an Serum der Fall sein dürfte.

Einen ähnlichen Einfluss übt die längere Einwirkungsdauer der Blutkörperchen auf die Blutflüssigkeit, indem das Blut, welches 24 Stunden sich selbst überlassen wurde, beim Auspumpen weniger gebundene CO_2 zurückhält als das, welches unmittelbar nach seinem Austritte aus der Ader gasfrei gemacht worden.

Diese schwache Einwirkung der Blutkörperchen auf die gebundene CO_2 kann aber gesteigert werden durch den Sauerstoffzutritt zu denselben, denn augenblicklich nach demselben erhöht sich die Spannung der CO_2 im Blut (Holmgren) zum Beweise dafür, dass ein Antheil dieser früher gebundenen Gasart nun in Freiheit gesetzt wird, und wenn man das Blut in den luftleeren Raum bringt, so entleert dasselbe einen grösseren Antheil an gebundener CO_2 als das sauerstoffarme unter gleichen Bedingungen.

Demnach stehe ich nicht an zu behaupten, dass das Vermögen der Blutkörperchen, die CO_2 zu entbinden, im schwachen Grade zwar immer vorhanden sei, dass aber dieses letztere durch den Zutritt von Sauerstoff erhöht werde, in Folge dessen der Process, der ohne ihn entweder nur langsam oder nur unter Erniedrigung des

Luftdruckes abläuft, jetzt rasch und vollständiger beendet wird, und selbst bei normalem Luftdruck eingeleitet wird.

Aber auch über die Aufenthaltsorte und die Verbindungsweise der CO_2 in dem Blute bahnen die gewonnenen Erfahrungen neue Ansichten an.

Zunächst kann man die Frage aufwerfen, ob die Körperchen des Blutes, also der Bestandtheil desselben, welcher die CO_2 austreibt, im Stande sind, dieses Gas zu beherbergen. Um mir auf dieselbe eine Antwort zu verschaffen, habe ich mit Zugrundelegung der beiden Beobachtungen von Schöffer, in welchen die CO_2 des Serums und die des Gesammtblutes von einem Thiere bestimmt wurden, das Volum der Blutkörperchen berechnet, welches diese Blutarten enthalten haben mussten, vorausgesetzt, dass ihre Körperchen frei von CO_2 gewesen wären.

Ich habe zunächst alle CO_2, auch die nur durch Säure abscheidbare als dem Serum angehörig berechnet. Es ergibt sich in

100 Vol. Blut	in 100 Vol. Serum	Berechnetes Serumvolum im Blute
26·21CO_2	33·97	77. 1.
26·59CO_2	32·71	81. 3.

In 100 Volumtheilen Blut sind also im ersten Falle 22·9 und im zweiten 18·7 Volum Körperchen enthalten; da im Mittel das specifische Gewicht des Blutes = 105·5, das des Serums = 102·8 ist, so würde sich aus obigen Zahlen auf 100 Gewichtstheile Blut für den ersten Fall 25·8 und im zweiten 22·0 Gewichtstheile Körperchen berechnen.

Die Grundlagen der vorgelegten Rechnung sind nun allerdings in mehrfacher Beziehung mangelhaft; aber unter Berücksichtigung des Umstandes, dass das hier in Frage kommende Blut ein körperchenarmes sein musste, weil es durch einen relativ sehr grossen Aderlass gewonnen war, deuten sie jedenfalls darauf hin, dass weitaus der grösste Theil der CO_2, welchen das geschlagene Gesammtblut besitzt, in seinem Serum enthalten ist.

Ich sage, der weitaus grösste Theil, da sich nicht einmal Wahrscheinlichkeitsgründe dafür angeben lassen, ob den Blutkörperchen die kohlensauren Verbindungen fehlen, welche nur durch fixe Säuren zerlegt werden können, und ebenso, ob nicht in dem Quellungswasser derselben freie CO_2 diffundirt ist, insofern man nämlich geneigt ist, die Anwesenheit freier Säure in einer alkalisch reagirenden Flüssigkeit anzunehmen.

Die CO_2 des Blutes, welche durch Erniedrigung des Luftdruckes entfernt werden kann, sollte, wie Fernet bewiesen zu haben glaubte, in einer Verbindung mit $HO.2NaO.PO_5$ vorhanden sein. L. Mayer und Haidenhain haben nun allerdings gezeigt, dass die Resultate, welche Fernet für die CO_2-Absorption durch Lösungen von phosphorsaurem Natron erhält, unmöglich richtig sein können, wenn der Salzgehalt der genannten Lösung den des Blutes übertrifft. Da aber die Fernet'sche Regel in den Grenzen, in welchen das phosphorsaure Natron im Blute vorkommt, auch nach ihren Untersuchungen richtig befunden wurde, so kann man aus diesen letzteren keinen Gegenbeweis für jene Vorstellung hernehmen. Eben so wenig widersprechen ihr die sorgfältigen Beobachtungen Schöffer's, in welchen die durch den luftleeren Raum entfernbaren Gewichte von CO_2 mit dem Gehalte des Blutes an phosphorsaurem Natron verglichen wurden.

Nach der von ihm gelieferten Zusammenstellung seiner Zahlen scheint dies allerdings der Fall zu sein, leider hat sich aber bei der Zusammenstellung derselben ein Rechnungsfehler eingeschlichen, indem er das specifische Gewicht der gasförmigen CO_2 statt bei 0° und 1 Meter nur bei 0° und 0·76 Meter annahm.

Durch eine Umrechnung seiner Zahlen nimmt nun die Tabelle (l. c. p. 601) folgende Form an:

	An NaO gebundene PO_5-Menge in 100 CC. Blut in Grm.	Verdunstbare CO_2 in 100 CC. desselben Blutes in CC. bei 0° und 1 M.	CO_2 nach Fernet in 100 CC. Blut in CC. bei 0° und 1 M.	Differenz
Venöses Blut, Vers. 1	0·077	21·32	18·44	2·88
Arteriel. „ „ 5	0·082	26·70	19·63	7·07
„ „ „ 6	0·088	31·65	21·07	10·58
Venöses „ „ 7	0·088	33·05	21·07	11·98
„ „ „ 2	0·095	30·73	22·75	7·98
„ „ „ 9	0·097	27·83	23·23	4·60
„ „ „ 3	0·099	32·14	23·70	8·44
„ „ „ 4	0·103	30·54	24·66	5·88
Arteriel. „ „ 8	0·109	26·44	26·10	0·34

Es wird hierdurch Schöffer's Versuchsreihe eine wesentliche Stütze für Fernet's Hypothese, obwohl er selbst sie als gegen dieselbe zeugend résumirt (pag. 600). Die Differenzen in der fünften Columne entsprechen den Werthen für die im eigentlichen Sinne diffundirte und von kohlensaurem Natron zurückgehaltene CO_2. Zu bemerken ist, dass Nr. 6 und 7 von ein und demselben Hunde stammen. Die PO_5-Mengen im arteriellen und venösen Blute sind hier gleich, während bei 8 und 9, die ebenfalls von ein und demselben Hunde stammen, 100 CC. des arteriellen Blutes 0·012 Grm. PO_5 (entsprechend 2·78 CC. CO_2) mehr, als die gleiche Menge des venösen enthält. Wenn sich hier kein Fehler in die Bestimmung eingeschlichen hat, und künftige Versuche so grosse Unterschiede in dem an NaO gebundenen PO_5-Gehalte arteriellen und venösen Blutes bei demselben Hunde bestätigen, so würde allerdings dadurch die Ansicht vom Zusammenhange der PO_5 und CO_2 im Blute wesentlich erschüttert werden.

Bedeutungsvoller als alles, was bis dahin gegen Fernet vorgebracht wurde, ist das Verhalten eines grossen Antheiles der Blutkohlensäure in dem luftleeren Raume. Wäre sämmtliche CO_2 so gebunden, wie er es voraussetzt, so müsste sie auch ohne Zuthun der Körperchen schon durch die Luftverdünnung entfernt werden können. Dieses ist aber, wie aus meinen und Schöffer's Versuchen mit Blutserum hervorgeht, so wenig der Fall, dass im Mittel von vier Bestimmungen sich die durch den luftleeren Raum abscheidbare CO_2 zu der ihr widerstehenden wie 100 : 172 verhält. Also können nahe zu zwei Dritttheile der CO_2 des Serums gar nicht auf die von Fernet angenommene Weise gebunden sein; wahrscheinich ist aber das Mass vom CO_2, welche der Fernet'schen Regel anheim fallen könnte, noch geringer, da man schwerlich im Stande ist, bei der Serumbereitung die Anwesenheit aller Blutkörperchen auszuschliessen.

Der andere, nicht in den luftleeren Raum verdunstende Antheil der Blutkohlensäure muss also in satzartigen Verbindungen enthalten sein, und zwar in zwei verschiedenen; denn ein Theil kann durch Säuren und Blutkörperchen, ein anderer aber nur durch Säuren abgeschieden werden. Da wir ausser den schon erwähnten gar keine Nachrichten über die Natur der genannten Verbindungen und die Art, wie sie zerlegt werden, besitzen, so bleibt uns nichts anderes

übrig, als neue Fragen aufzuwerfen, welche zur Feststellung neuer Thatsachen führen können.

Mit Rücksicht auf die Verbindung der CO_2, welche wir im Blute, beziehungsweise in dessen Flüssigkeit annehmen, würde zunächst zu erheben sein, ob sie nach ihrer Zerlegung durch die Blutkörperchen in dem luftleeren Raum wieder hergestellt werden kann, wenn man von Neuem CO_2 in das Blut einleitet. Die Beantwortung derselben gewinnt ausser einer Charakteristik des Körpers, welcher die CO_2 bindet, auch noch einen weiteren Belang dadurch, dass sie uns einen Aufschluss darüber gibt, wie die CO_2 in den Geweben zu dem Blute gefügt wird. Ich habe die hier gestellte Aufgabe in Angriff genommen, ohne sie jedoch vollkommen zu erledigen.

Die Wahl der Blutart, an welcher der Versuch unternommen werden sollte, war nicht zweifelhaft; es musste arterielles Blut benützt werden, weil dieses die geringste Menge gebundener CO_2 besitzt. Da wir aber sahen, dass die sauerstoffhaltigen Körperchen die gebundene CO_2 austrieben, so stand zu erwarten, dass sie auch die Entstehung einer kohlensauren Verbindung hemmen werden; es musste also, bevor mit der Einleitung von CO_2 begonnen wurde, ein bedeutender Antheil von Sauerstoff dem arteriellen Blute entzogen werden. Bei dieser Operation wurden aber auch die anderen Blutgase entfernt und aus diesem Grunde durfte das Auspumpen nicht bis zur vollkommenen Abscheidung des O fortgesetzt werden, weil sonst die Blutkörperchen wesentliche Formzersetzungen erlitten haben würden.

Indem wir nun so verfuhren, dass das Blut zuerst einige Zeit einem beschränkten luftleeren Raume ausgesetzt, dann ihm erst CO_2 zugefügt wurde, glaubten wir auch uns dem Vorgang zu nähern, dem das arterielle Blut ausgesetzt ist, wenn es innerhalb der Gewebe in venöses übergeht.

Ich beschreibe nun sogleich die zwei Versuche, welche ich ausgeführt habe.

1. Versuch: Blut aus der *A. carotis sinistra* eines zweijährigen Schafbockes unter Luftabschluss aufgefangen.

a) Die mit CO_2 zu behandelnde Portion, 52·9 CC. wurde, um sie vom grösseren Theile des O zu befreien, der nach früheren Erfahrungen viel leichter als die CO_2 entweicht, eine halbe Stunde lang bei der Temperatur des Körpers dem Vacuum ausgesetzt. Die

hierauf gesammelten Gase bestanden auf 100 CC. Blut und auf 0° und 1 Meter berechnet aus:

	17·77	CC.	Kohlensäure,
	6·82	„	Sauerstoff,
	0·70	„	Stickstoff,
zusammen	25·29	„	verdunstbare Gase.

Das dunkler gewordene O-arme Blut wurde nun unter Quecksilber mit der vorher abgemessenen CO_2-Menge zusammengebracht, ohne dass eine messbare Menge Blut verloren gegangen wäre. Die zuerst aufsteigenden Blasen wurden begierig verschluckt, der zuletzt aufsteigende Theil nach secundenlangem Schütteln vollkommen absorbirt.

Die zugesetzte CO_2 war aus Chlorwasserstoffsäure und Marmor dargestellt, und mit NaO_2CO_2 gewaschen; sie war, wie eine von Kali absorbirte Probe zeigte, vollkommen rein, sie betrug bei 1 Meter und 0° C. 8·45 CC. oder 15·97 Proc. des Blutvolums.

Nach dem CO_2-Zusatz blieb das Blut 15 Minuten lang bei der Zimmertemperatur (23. Juni) sich selbst überlassen, konnte also keine erhebliche Temperaturerniedrigung erleiden. Hierauf ward es im Vacuum gasfrei gemacht und die erhaltenen Gase betrugen auf 100 CC. Blut berechnet: 28·77 CC. verdunstbare Gase, nämlich:

	24·74	Kohlensäure,
	3·40	Sauerstoff,
	0·63	Stickstoff; ausserdem
	6·82	gebundene Kohlensäure,
im Ganzen	31·56	Kohlensäure.

Fügt man diesen Gasmengen nach Abzug der zugesetzten CO_2-Menge (15·97 N. O.) die anfangs erhaltenen Gase hinzu, so erhält man für das unveränderte arterielle Blut:

gesammte CO_2	:	33·26	CC.
O	:	10·22	„
N	:	1·33	„

b) Unverändertes arterielles Blut desselben Thieres 55·5 CC., hat $5^3/_4$ Stunden in Eis gestanden unter Luftabschluss.

Es enthielt 3·36 gebundene CO_2, also kommen auf 100 CC. Blut 6·06 CC. gebundene Kohlensäure.

Der Unterschied, d. i. die Zunahme der gebundenen CO_2 vom unveränderten arteriellen zum künstlichen venösen Blut beträgt 0·76. Diese an und für sich nicht bedeutende Differenz dürfte aber in Wahrheit noch geringer sein, da das Blut mit dem niedrigsten CO_2-Werthe 5½ Stunden in Eis gestanden, wodurch die Menge seiner gebundenen CO_2 vermindert werden musste.

2. Versuch: Mit Blut aus der *A. carotis dextra* eines etwa 3jährigen Schafbockes wurde gerade so verfahren, wie im vorigen Versuche, nur mit dem Unterschiede, dass zur Controle auch die verdunstbaren Gase des unveränderten arteriellen Blutes bestimmt wurden.

a) Die mit CO_2 zu behandelnde Portion des Blutes betrug 49·0 CC.; die zuzusetzende CO_2-Menge also bei 1 Meter und 0° C. 11·94 CC., folglich die zuzusetzende CO_2 = 24·36 CC. auf 100 CC. Blut.

Die nach der ersten (um allzureichliches Entweichen der CO_2 zu verhindern, nur viertelstündigen) Auspumpung — ohne andere Erwärmung als die durch Berühren mit der Hand verursachte — entwichenen Gase, auf 100 CC. Blut berechnet, bestanden aus:

5·06	CC.	Kohlensäure,
6·66	„	Sauerstoff,
0·87	„	Stickstoff.

Die Aufnahme der nun zum Blute zugesetzten CO_2 ging gerade so vollkommen und in derselben Weise vor sich, wie im vorigen Versuche. Das Blut blieb dann eine Viertelstunde sich selbst überlassen. Die hierauf erhaltenen Gase, auf 100 CC. Blut berechnet, bestanden aus:

	29·40	CC.	Kohlensäure,
	3·46	„	Sauerstoff,
	0·57	„	Stickstoff,
	0·77	„	gebundene CO_2,
im Ganzen	30·17	„	Kohlensäure.

Hieraus ergibt sich auf beschriebene Weise für das unveränderte arterielle Blut

gesammte Kohlensäure	10·87,
Sauerstoff .	10·12,
Stickstoff .	1·44.

b) Unverändertes arterielles Blut, 54·1 CC., hat 6³/₄ Stunden in Eis gestanden.

100 CC., davon enthielten:

	10·78	Kohlensäure,
	10·50	Sauerstoff,
	1·06	Stickstoff, ferner
	0·46	gebundene Kohlensäure,
im Ganzen	11·24	Kohlensäure.

Der Unterschied in der gebundenen CO_2 der beiden Blutarten beträgt also nur 0·31 Volumprocente; es fällt abermals auf die mit CO_2 geschüttelte Blutart der höhere Werth, es ist jedoch auch diesmal das unveränderte Blut 6ʰ 45′ in Eis aufbewahrt worden. Zudem fällt der Unterschied in die Grenzen der Fehler, das Blut des zuletzt untersuchten Schafes ist auffallend durch den ungemein kleinen Gehalt an CO_2 überhaupt, insbesondere aber durch die ungemein geringe Menge gebundener CO_2.

Sollte sich in künftigen Versuchen, die wohl noch zweckmässiger an einem serumreichen Blut angestellt würden, das Ergebniss der beiden vorliegenden Versuche bestätigen; sollte sich also herausstellen, dass das Blut, dessen gebundene CO_2 durch gleichzeitige Einwirkung der Körperchen und des luftverdünnten Raumes nicht wieder durch den Zutritt von freier CO_2 auf den früheren Gehalt an gebundener CO_2 gebracht werden könnte, so würde daraus folgen, dass bei der Befreiung der CO_2 entweder der Körper, welcher sie früher gebunden, von einem anderen in Beschlag genommen wurde, so dass ihn die freie CO_2 nicht wieder austreiben konnte, oder dass eine vollständige Zerlegung einer Atomgruppe eintritt, welche durch den Zutritt freier CO_2 nicht wieder hergestellt werden konnte. Für die Athmung in den Geweben aber würde daraus zu schliessen sein, dass sie ihre CO_2 nicht im freien, sondern im gebundenen Zustand an das Blut abgeben. Aus beiden Gründen verdienen die Versuche eine Wiederholung.

Um zu begreifen, wie die Körperchen die CO_2 aus der Verbindung im Serum austreiben, kann man zwei Annahmen machen, vorausgesetzt, dass man sich an die einfachsten Analogien halten will; entweder der von den Körperchen ozonisirte Sauerstoff zerlegt die kohlensäurehaltige Verbindung des Serums, oder ein

Stoff der Körperchen selbst wirkt nach den Principien der chemischen Verwandtschaft und treibt durch seine Verbindung mit dem basischen Bestandtheile der Blutflüssigkeit die CO_2 aus. Die erstere Erklärungsweise kann jedoch nicht als eine ausreichende bezeichnet werden, da schon oben dargethan wurde, dass auch die sauerstofffreien Körperchen die gebundene CO_2 des Blutserums abscheiden.

Aus diesem Grunde ziehe ich es vor, zuerst die Frage zu erörtern, wie weit sich die Anschauung verfolgen lässt, dass die austreibende Kraft des Körperchens auf einer gewöhnlichen chemischen Verwandtschaft beruhe.

Wenn das Körperchen auf die eben bezeichnete Weise die gebundene CO_2 austreibt, so muss man annehmen, dass dasselbe entweder eine freie oder eine nur schwach gebundene Säure enthalte. Die bei der Gasausscheidung beobachteten Thatsachen weisen ferner auf eine schwache Säure der Körperchen hin, so dass sie nur dann die Austreibung der CO_2 bewirken könne, wenn durch Erniedrigung des Luftdruckes das Ausdehnungsbestreben der CO_2 gesteigert worden ist. Diejenige CO_2 der Blutflüssigkeit, welche zu fest gebunden ist, um durch den luftleeren Raum in merklicher Weise zum Entweichen bestimmt zu werden, würde demnach auch der Säure des Blutkörperchens widerstehen. Damit würde erklärt sein, warum das Körperchen, gerade so wie dies auch jede andere Säure thut, einen Theil der CO_2 des Serums ausscheiden kann, ohne dass die Entfernung der CO_2 unter Beihilfe des Blutkörperchens so weit fortschreitet, wie dieses bei Gegenwart stärkerer fixer Säuren der Fall ist.

Andeutungen dafür, dass in der That in dem Blutkörperchen eine Säure, sei es in freiem oder gebundenem Zustande vorkomme, finden wir nun in folgenden schon bekannten Thatsachen: Wenn man eine verdünnte fixe Säure, z. B. Oxalsäure dem frischen Blute zusetzt, so zerfallen die Blutkörperchen in einen rothen in Lösung übergehenden Stoff und in ein farbloses Stroma, das noch die Form der Körperchen, wenigstens annähernd beibehält. Die rothe Flüssigkeit lässt sich, ohne dass sie Formelemente mitnimmt, abfiltriren; die auf dem Filter zurückbleibende, aus blassen zusammengefallenen Scheibchen bestehende Masse lässt sich mit Wasser auswaschen; die Masse, welche in feuchtem Zustand nur noch einen leichten Stich

in's Rothe hat, wird eingetrocknet braun, und hinterlässt beim Verbrennen eine vollkommen weisse, also eisenfreie Asche. Diese Erscheinungsreihe deutet also darauf hin, dass durch Einwirkung einer Säure die organischen Bestandtheile der Körperchen in zwei verschiedene zerlegt werden können. Man kann demnach das unversehrte Körperchen so betrachten, als sei es aus einer salzartigen Verbindung zusammengesetzt.

Wenn das Blut vollkommen entgast wird, so findet ebenfalls, wie dies Rollet zuerst beschrieben, eine Zerlegung des Blutkörperchens Statt. Auch hier geht der rothe Farbstoff in Lösung über, und die zurückbleibenden Formbestandtheile sind wesentlich geändert. Man könnte sagen, desshalb, weil ein Bestandtheil der Blutkörperchen aus ihnen getreten, um die CO_2 aus der Blutflüssigkeit zu treiben.

Diese Erwägungen forderten mich auf, die Umstände genauer zu prüfen, unter denen der Zerfall oder die Auflösung der Körperchen bei vollkommener Entgasung stattfindet, aber auch diese Versuchsreihe habe ich noch nicht bis zu einem genügenden Abschluss bringen können.

Wenn man Blut des Hundes soweit entgast hat, als dieses ohne Zusatz einer freien Säure möglich ist, so nimmt es einen schwachen aber deutlichen und reinen Geruch nach Schwefelwasserstoff an, welchen jedermann bemerkte, den ich auf die Erscheinung aufmerksam machte. Lässt man es einige Zeit mit Quecksilber, das man einige Male mit dem entgasten Blut aufschüttelte, in Berührung, so schwärzt sich die Oberfläche desselben. Die Farbe des Blutes ist, wie schon Setschenow und Rollet angaben, sehr dunkel. Schüttelt man es mit O, so absorbirt es ihn in derselben Menge, welche auch das unveränderte Blut aufzunehmen vermag (Setschenow). Es ändert aber dabei seine Farbe nur wenig. Auch durch Zusatz einer ausgekochten Lösung von $NaO SO_3$ zum vollkommen gasfreien Blut ändert sich die Farbe nur unbedeutend; schüttelt man dagegen das angesalzte Blut mit Sauerstoff, so nimmt es alsbald eine hellrothe, der arteriellen ähnliche Farbe an. Überlässt man das entgaste Blut in einem kalten Ort sich selbst, so setzen sich seine Körperchen selbst nach tagelangem Stehen nicht ab. Dieses geschieht jedoch, wenn es vorher mit Sauerstoff geschüttelt war, und dabei, wenn auch nur wenig seine Farbe geändert hatte. Noch rascher fallen die Körperchen

als ein intensiv hellrother Satz zu Boden, wenn das entgaste Blut mit $NaO\,SO_3$ und O versetzt wurde. Fallen die Körperchen nieder, so bleibt über ihnen eine dunkelrothe lackfarbige Flüssigkeit zum Beweis dafür, dass sich rother Farbstoff in der Blutflüssigkeit aufgelöst hat. Giesst man das Blut auf einen Papiertrichter, so filtrirt es leicht durch denselben; es nimmt jedoch Körperchen mit sich; dem Anscheine nach sind in der aufgegossenen Flüssigkeit mehr von ihnen, als in dem durchgegangenen enthalten. Setzt man die filtrirte Flüssigkeit in einem offenen Gefässe der Verdunstung aus, so beginnt alsbald die Bildung von Hämotokrystallin.

Nimmt man eine Blutprobe unter das Mikroskop, so erkennt man noch eine grosse Anzahl von gefärbten Körperchen; ihrer Form nach sind sie meist vollkommen erhalten, doch finden sich auch mehr oder weniger geschrumpfte, sternförmige unter ihnen, niemals bemerkt man jedoch an ihnen die Neigung, sich wie Geldrollen zusammenzulegen. Die Frage, ob die noch in der normalen Form vorhandenen Körperchen weniger gefärbt seien als die normalen, ist durch den blossen Anblick nicht zu entscheiden. Da der Bodensatz, welcher nach Zusatz von O und $NaO\,SO_3$ entsteht, stark hellroth im Gegensatz zu dem dunkelrothen der oben stehenden Flüssigkeit gefärbt ist, so kann wohl nicht bestritten werden, dass ein Theil der Körperchen seinen Farbstoff zurückbehält. Es muss besonders betont werden, dass auch dann noch die gefärbten Körperchen im entgasten Blute zahlreich gefunden werden, wenn man das Blut untersucht, nachdem es mehrere Tage mit Quecksilber gesperrt in Eiswasser aufbewahrt worden war.

Ausser den gefärbten enthält das entgaste Blut auch eine sehr reichliche Menge ganz entfärbter zusammengefallenen Scheiben. Da sie sehr blass sind, so können sie mit Sicherheit nur dann aufgefunden werden, wenn man die rothe Flüssigkeit möglichst entfernt hat. Zu dem Ende verfahre ich so, dass ich den Bodensatz des mit $NaO\,SO_3$ versetzten Blutes filtrire und ein sehr kleines Tröpfchen der weichen auf dem Filter bleibenden Masse in eine sehr feine Schicht ausbreite. Dann erscheint im Sehfeld eine Mosaik aus blassen runden Scheiben von dem Durchmesser der Blutkörperchen.

Hiernach muss ich die Angabe von Rollet bestätigen, dass sich ein Theil der Blutkörperchen in Folge des Entgasens in eine farblose Grundlage und in eine farbige Flüssigkeit zerlegt.

Daraus folgt, dass die Gegenwart mindestens eines der drei Gase des Blutes zur Erhaltung derselben durchaus nothwendig ist. Die Frage welches Gas? oder welche Gase? muss uns zunächst beschäftigen.

Da schon Regnault und Reiset[1]) gefunden haben, dass ein Thier in einer Luft, die statt des atmosphärischen Stickstoffes ein gleich grosses Volum Wasserstoff enthält, ohne Schaden zu nehmen selbst längere Zeit leben kann, so konnte von diesem Gase, welches in den bis jetzt untersuchten Blutarten im Vergleiche zur Kohlensäure und zum Sauerstoff überhaupt nur in sehr geringer Menge vorhanden war, abgesehen werden.

Um zu erfahren, ob die Gegenwart des Sauerstoffes oder die der Kohlensäure, oder die beider Gase zum normalen Bestande der Blutkörperchen nöthig sei, war es am naturgemässesten, zunächst bei Gegenwart von Kohlensäure den Sauerstoff aus dem Blute entweichen zu lassen, so dass dieses sauerstofffrei wurde, dann bei Gegenwart von Sauerstoff ihm die Kohlensäure zu entziehen, bis es deren keine mehr enthielt. Zeigte im ersten Fall das Blut keine auffallenden Veränderungen, insbesondere keinen Zerfall der Blutscheiben, so war die Annahme wahrscheinlich gemacht, dass die Kohlensäure erhaltend auf dieselben einwirke, und es würde der Kohlensäure dann eine andere als nur die Bedeutung eines Auswurfsstoffes für den thierischen Organismus zugewiesen werden müssen. Diese Annahme würde fast zur Gewissheit erhoben werden, wenn im kohlensäurefreien Blute (im zweiten Fall) sich eine Zerstörung der Blutkörperchen nachweisen liess. War umgekehrt in diesem keine Veränderung bemerkbar, im sauerstofffreien aber eine Zerstörung, so konnte man schliessen, dass der Sauerstoff allein während des Lebens die Blutkörperchen am Zerfallen hindere. Zeigte sich hingegen sowohl im kohlensäurefreien, wie im sauerstofffreien Blute ein Zerfall der Körperchen, so war die Nothwendigkeit der gleichzeitigen Gegenwart beider Gase im Blute für die Erhaltung der Körperchen so gut wie erwiesen.

Die Beantwortung der bei jedem einzelnen Versuche sich wiederholenden Frage, ob die Blutkörperchen zerfallen seien oder

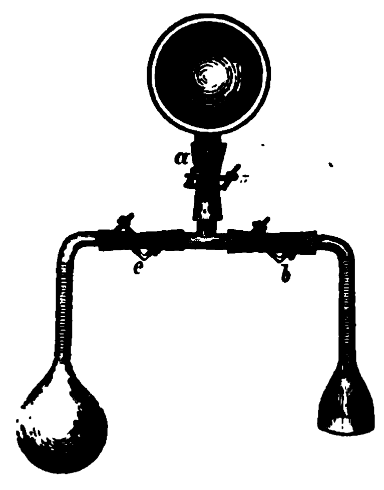
---

[1]) Ann. der Chemie und Pharmacie. Bd. 73, 1850.

nicht, wäre mitunter schwierig gewesen, wenn hier nicht die Bildung von Hämatokrystallin zu Hilfe käme. Wo sie eintritt, da sind auch Körperchen zerlegt, woraus freilich nicht folgt, dass bei Abwesenheit von Krystallen die Blutscheiben unverändert sind.

a) Kohlensäure. Um Blut darzustellen, welches ohne erhebliche Verringerung oder Erhöhung seines Kohlensäuregehaltes zu erleiden, keinen Sauerstoff enthalten soll, wurde folgendermassen verfahren: Eine unter Luftabschluss aufgefangene und durch anhaltendes Schütteln mit Quecksilber defibrinirte Portion Hundeblut wurde in einem kohlensäurehaltigen Raume auf die Temperatur des Körpers erwärmt und durch mehrmalige Erneuerung des kohlensäurehaltigen Raumes dem Sauer- und Stickstoff des Blutes Gelegenheit gegeben, vollständig zu entweichen.

Da nämlich, wie Holmgren fand, eine sehr geringe Spannung der Kohlensäure, in dem über dem Blute vorhandenen Raume genügt, der Spannung der Kohlensäure im Blute selbst das Gleichgewicht zu halten, so konnte voraussichtlich auf diese Weise sauerstofffreies Blut, welches nur noch seine Kohlensäure enthielt, leicht dargestellt werden, indem sich auch mit einer kleinen Menge Kohlensäure der Raum oftmals erneuern liess. Dieses letztere wurde dadurch bewerkstelligt, dass an dem Querfortsatze des untern Glasellipsoides der bekannten Ludwig'schen Gaspumpe ein T-förmiges Rohr gebunden wurde, welches an einem Schenkel einen mit reiner Kohlensäure gefüllten Ballon, am anderen den Blutrecipienten trug. Beim Beginn des Versuches, nachdem durch Ablassen des Quecksilbers, wie es Setschenow beschrieben, das Vacuum hergestellt war, wurde die bei *c* befindliche Klemme geöffnet und wieder geschlossen, so dass aus dem T-Rohr etwas Quecksilber in den Kohlensäureballon floss und Kohlensäure aufstieg. Diese CO_2-Menge vertheilte sich hierauf durch Öffnen der Klemme *a* im ganzen Vacuum, und es konnte nach Öffnen der Klemme *b* das Blut erwärmt und



dem CO_2-Raume ausgesetzt werden. Um jedoch eine innigere Berührung der CO_2 und des Blutes zu erzielen, wurde zu Anfang und gegen Ende des Versuches nach Erzeugung des CO_2-Raumes die Klemme *a* geschlossen, *c* geöffnet, und wenn das T-Rohr sich mit CO_2 gefüllt hatte, geschlossen, dann *b* geöffnet und durch wiederholtes Heben und Senken des Blutrecipienten das Blut mit der CO_2 geschüttelt und hiernach erst die Klemme *a* geöffnet. Je nach der Farbe und Menge des Blutes dauerte der ganze Versuch respective die Erwärmung im CO_2-haltigen Raume 2 — 3 und mehr Stunden. War das Blut schwarz geworden, so dürfte angenommen werden, es sei O frei, dann ward unter Luftabschluss eine Probe zur mikroskopischen Untersuchung herausgenommen und der Rest wesentlich in der von Setschenow beschriebenen Weise im Vacuum gasfrei gemacht. — Um unter Luftabschluss eine kleine Menge des mit CO_2 behandelten Blutes zur Untersuchung zu erhalten, füllte ich den Kautschukschlauch des Blutrecipienten vorsichtig mit Quecksilber, so dass keine Luftblase hängen blieb, klemmte oben, so dass das Quecksilber überfloss, den Kautschuk mit einer besonderen Klemme zu, und öffnete dann die untere bis dahin fort während geschlossene Klemme. Es floss nun das eingefüllte Quecksilber auf den Boden des Blutrecipienten und ein gleich grosses Volum des specifisch leichtern Blutes nahm seine Stelle ein; wurde hierauf die untere Klemme geschlossen und die obere geöffnet, so konnte man die abgetrennte Blutmenge in ein bereit gehaltenes Schälchen giessen und mikroskopisch betrachten, während das übrig gebliebene Blutvolum abgelesen und dann gasfrei gemacht ward.

Die drei Versuche, welche ich auf diese Weise anstellte, und die mit arteriellem Blute gerade so leicht zu bewerkstelligen sind, wie mit venösem, gelangen vollkommen. Wenn man kleine Blutmengen (25 — 30 CC.) anwendet, nehmen sie auch nicht allzuviel Zeit in Anspruch.

Es ergab sich, dass die nach der Behandlung des Blutes mit CO_2 mittelst mehrmaliger Erneuerung des Vacuums erhaltenen Gase in jedem Falle aus reiner CO_2 bestanden.

Die mikroskopische Untersuchung dieses von seinem O und N befreiten Blutes, das nur noch seine CO_2 enthielt, ergab eine wenn auch spärliche, doch stets unverkennbare Bildung von Hämatokrystallin; somit wirkt schon die Entziehung des Sauerstoffes allein

zerstörend auf die Blutkörperchen; die Gegenwart verdunstbaren Sauerstoffes im lebenden Blute ist zu ihrer Erhaltung nöthig.

Zu bemerken ist, dass das dunkle O-freie CO_2-haltige Blut durch Schütteln mit atmosphärischer Luft wieder hellroth wird, aber wie es scheint, nur sehr kurze Zeit die hellere Farbe behält. Die Blutkörperchen haben die Neigung, sich geldrollenförmig zu gruppiren, verloren.

Es darf jedoch nicht übersehen werden, dass die Veränderung der Blutkörperchen nur eine theilweise war, was hervorgeht erstens daraus, dass neben den spärlichen Blutkrystallen allem Anscheine nach intacte Blutkörperchen zu sehen waren, zweitens aus dem Umstande, dass das dunkle Blut durch O eine helle Farbe annahm. Demnach sind nicht alle Blutkörperchen gleich leicht veränderlich.

Die Frage lag nun nahe, ob im Blute Erstickter, welches, wie Setschenow fand, nur Spuren von Sauerstoff enthält, gleichfalls die Blutkörperchen zum Theil zerfallen oder nicht, mit anderen Worten ob das unmittelbar dem Gefässe entnommene Blut eines Erstickten ohne weiteren Processen zu unterliegen, Blutkrystalle enthält oder nicht. Es wurde, um dies zu erfahren, folgender Versuch angestellt:

Einem kleinen Hunde ward die *A. carotis dextra*, die *V. ingularis externa sinistra* und die Trachea blossgelegt; in die Gefässe wurden Glaskanülen eingeführt, an die Trachea eine von den bekannten auch bei der Gaspumpe allgemein angewandten Meyer'schen Klemmen angelegt, und durch Zuschrauben dieser dem Thiere die Möglichkeit des Athmens benommen. In dem Augenblicke, wo die Cornea gegen den Reiz des sie berührenden Fingers unempfindlich wurde, ward gleichzeitig an beiden Gefässen die Ligatur gelöst und das Blut floss in eine bereit gehaltene Schale. Es war dunkelroth gefärbt und das aus der Arterie unterschied sich nicht in seinem Ansehen von dem aus der Vene. Ein Tropfen von beiden Blutarten zeigte unter dem Mikroskop noch innerhalb der ersten Minute nach beendigtem Auffangen, welches etwa eine Minute dauerte, reichliche Krystallbildung, was bei einem nicht erstickten, natürlich verendeten, verbluteten oder durch Stich in das Herz getödteten Hunde wohl niemals beobachtet wird. Die Krystalle nahmen unter dem Auge des Beobachters an Dicke und Länge, sowie an Zahl zu, so lange die Verdunstung des Tropfens auf dem Objectglase dauerte, und zwar langsamer mit Deckgläschen als ohne, demnach wahrscheinlich

caeteris paribus proportional der Verdunstungsgeschwindigkeit. Bei gelindem Schütteln an der atmosphärischen Luft wurde das Blut wieder hellroth, gerade wie das im Apparat von seinem O und N befreite CO_2-haltige Blut.

Dass durch das Ersticken, wobei sämmtlicher disponibler Sauerstoff zu Oxydationen verbraucht wird, die Blutkörperchen zerfallen, beweist, wie unentbehrlich der Sauerstoff zur Erhaltung derselben ist, dass auf der andern Seite bei der O-Entziehung nur ein Theil der Blutkörperchen zersetzt wird, erscheint daraus hervorzugehen, dass das krystallhaltige Blut Erstickter durch Schütteln mit atmosphärischer Luft wieder hellroth wird. Ausserdem waren sehr viele, allem Anscheine nach unveränderte Blutkörperchen zwischen den Krystallen zu sehen. Überdies kann ein Thier, welches bis zu dem hier erreichten Grade erstickt ist, durch Einleitung der künstlichen Respiration dauernd wieder belebt werden.

Es wurde, um zu erfahren, ob auch die CO_2 zur Erhaltung der Körperchen nothwendig sei, Blut in einem O-haltigen Raume ausgepumpt, wobei gerade so verfahren ward, wie beim Auspumpen im CO_2-Raum; nur enthielt der Ballon statt CO_2 reinen (aus $KaOClO_5$ dargestellten) Sauerstoff, und es wurde nur arterielles Blut angewandt. Obwohl man hätte erwarten sollen, dass auf diese Weise sämmtliche verdunstbare CO_2 auszutreiben sei, ohne dass der O entwich, so gelang mir dieses selbst bei 7-, 8-, ja 10maliger Erneuerung des O-haltigen Raumes doch nicht, wie die Analyse der bei der nachherigen Auspumpung im Vacuum erhaltenen Gase zeigte. Hier einige Versuche.

1. Versuch: Blut aus der Carotis eines Hundes wurde in dem 5mal erneuerten O-Raume (jedesmal eine halbe Stunde) auf circa 38° C. erwärmt, und um eine innigere Berührung des Blutes und Sauerstoffes herbeizuführen, ersteres vor dem Kochen im O-Raum, mit O geschüttelt, gerade so wie bei den analogen Versuchen mit CO_2. Die Farbe war trotzdem nach der fünften Erneuerung des O-Raumes fast eben so dunkel wie die gewöhnlichen gasfreien Blutes; nach Schütteln mit reinem O nahm es indess eine hellere Farbe an, die aber nicht so hell war, wie die natürliche unmittelbar nach dem Auffangen beobachtete Farbe. 35·8 CC. dieses Blutes wurden gasfrei gemacht. Die Analyse ergab, dass 100 Volumina desselben (die Gase bei 0° und 1 Meter gemessen) enthielten:

22·44 Vol. verdunstbare Gase, wovon
3·99 „ Kohlensäure,
1·12 „ gebundene Kohlensäure,
5·11 „ Kohlensäure im Ganzen.

Vor der Gasentziehung wurde eine Probe dieses CO_2-armen und O-reichen Blutes unter Luftabschluss aus dem Blutrecipienten genommen und mikroskopisch betrachtet. Es war nicht die mindeste Anomalie wahrnehmbar. Die Blutkörperchen zeigten noch deutlich das Bestreben, sich geldrollenförmig zusammenzulegen. Von Krystallen war keine Spur zu entdecken.

2. Versuch: Blut aus der *Art. cruralis* eines schwarzen Hundes. Nach siebenmaliger Erneuerung des O-Raumes hatte das Blut eine fast schwarze Farbe angenommen, wurde jedoch nach längerem Schütteln mit O bedeutend heller.

30·8 CC. wurden gasfrei gemacht; 100 Vol. enthielten:
17·84 Vol. verdunstbare Gase, wovon
2·98 „ Kohlensäure,
0·84 „ gebundene Kohlensäure,
3·82 „ Kohlensäure im Ganzen.

Mikroskopisches Verhalten wie oben.

Weitere Versuche mit 8- und 10maliger Erneuerung des O-haltigen Raumes lieferten kein günstigeres Resultat. Es blieben stets einige Procente verdunstbare CO_2 zurück; im Übrigen behielt das Blut ganz sein normales Ansehen; die Blutkörperchen schienen unverändert. Von Krystallen war nichts zu entdecken. Nur die Farbe des Blutes war trotz der Behandlung mit O zu Ende des Versuches dunkler als zu Anfang desselben.

Da es demnach auf diese Weise nicht gelang, sämmtliche verdunstbare Co_2 aus dem Blute auszutreiben, so wurde, um eine nachhaltigere Wirkung des O auf dasselbe zu erzielen, längere Zeit hindurch CO_2 freie atmosphärische Luft durch eine möglichst kleine Blutmenge geleitet und hierauf die rückständigen Gase aus derselben in der Gaspumpe gewonnen.

Die Luftdurchleitung ging in der einfachsten Weise vor sich. Durch ein oder zwei Liebig'sche KaO-Kugelapparate wurde die Luft mittelst eines sehr grossen Aspirators durchgesogen. Sie trat durch eine lange Gasröhre aus der KaO-Lauge in das Blut, welches in einer nur halbgefüllten, langhalsigen Flasche sich befand, deren

doppelt durchbohrter, luftdicht schliessender Stopfen zwei rechtwinkelig gebogene Röhren trug. Eine von diesen reichte mit einem Schenkel bis auf den Boden der Flasche, mit dem anderen stand sie in luftdichter Verbindung mit dem KaO-Apparate. Die andere Röhre reichte mit einem Schenkel nur bis an die Innenseite des Stopfens, mit dem anderen stand sie luftdicht in Verbindung mit einer Flasche Kalkwasser, die ihrerseits mit dem Aspirator luftdicht communicirte. Um den bei raschem Durchleiten sich bildenden Eiweissschaum in der Blutflasche zurückzuhalten, umband ich die kurze Röhre, wo sie an der Innenseite des Stopfens mündet, 8—10fach mit Seide, was sich als sehr zweckmässig erwies, ohne den Luftstrom zu verlangsamen, der ohnehin nicht sehr schnell sein durfte.

Das Kalkwasser wurde in den ersten Stunden ausgeschaltet, und, so oft es sich trübte, durch neues ersetzt, bis eine Trübung während wenigstens einer Stunde Durchleitens nicht mehr bemerkt werden konnte. Dann ward mit der Luftdurchleitung aufgehört und das Blut in der Gaspumpe gasfrei gemacht. Wiewohl nun das Kalkwasser nicht mehr getrübt wurde, so enthielt dennoch in jedem Versuche das Blut noch einige Procente verdunstbarer CO_2.

3. Versuch: Blut aus der Carotis eines Hundes ward in einem Wasserbade bei circa 38° C. gehalten, nachdem es durch Schlagen defibrinirt worden und dann Luft durchgeleitet. Es nahm sehr schnell, obwohl arteriell, eine noch hellere Farbe an, wurde aber nach und nach wieder dunkler und nach sechzehnstündigem Durchleiten hatte es das Ansehen von venösem Blute. Das Schäumen hörte auf, und die Blutkörperchen hatten fast sämmtlich die bekannte sternförmige Zackenform angenommen, welche eintritt, wenn das Blut Wasser verliert, was hier beim Durchströmen eines durch KaO getrockneten Luftstromes bei 38° C. nicht anders sein konnte. Auch trat Hämatokrystallin auf. Da indessen das Kalkwasser nicht mehr getrübt wurde, so durfte man erwarten, das Blut CO_2 frei zu finden.

35·1 CC. wurden gasfrei gemacht.

100 Volumina enthielten:

20·00 Vol. verdunstbare Gase, und zwar:

3·50 „ CO_2,

14·25 „ O,

2·25 „ N, ausserdem

0·58 „ gebundene CO_2; im Ganzen 4·08 Vol. CO_2.

Um dem Verdunsten des Wassers aus dem Blute beim Durchleiten der Luft vorzubeugen, wurde in den folgenden Versuchen zwischen den Kaliapparat und das Blut eine Wasserflasche eingeschaltet, durch welche die CO_2-freie Luft streichen musste, ehe sie in das Blut gelangte. Die Versuche wurden in einem ungeheizten Zimmer angestellt und das Blut behielt die Temperatur der Zimmerluft.

4. Versuch: Nachdem 7 Stunden lang (2. März) ohne Unterbrechung durch Blut aus der Carotis eines jungen Hundes Luft geleitet worden, wurde das ausserordentlich hellroth gefärbte Blut in Eis gestellt und am folgenden Tage noch 3 Stunden mit der Luftdurchleitung fortgefahren.

Dann war in dem vorgelegten Kalkwasser keine Trübung mehr bemerkbar. Von dem prächtig hellroth gefärbten Blute wurden 34·8 CC. gasfrei gemacht. 100 Vol. desselben enthielten (die Gase wie immer bei 0° und 1 Meter):

12·79 Vol. verdunstbare Gase, nämlich:
3·61 „ CO_2,
9·18 „ O + N; ausserdem
2·38 „ gebundene CO_2;
im Ganzen
5·99 „ CO_2.

5. Versuch: Einem kleinen schwarzen, sehr mageren Hunde wurde Blut aus der Carotis entzogen und damit gerade so, wie im vorigen Versuche verfahren. Nach 9stündiger ununterbrochener Luftdurchleitung konnte keine Trübung des Kalkwassers mehr bemerkt werden. Das Blut, welches ein helleres Roth als das frischeste arterielle Hundeblut zeigte, wurde Nachts in Eis aufbewahrt und am folgenden Tage (am 11. März) noch 2 Stunden lang die Luftdurchleitung fortgesetzt, wobei sich schliesslich das Kalkwasser nicht mehr trübte. Zur Gasentziehung angewandt 35·0 CC. Blut 100 Vol enthielten:

21·48 Vol. verdunstbare Gase, nämlich:
6·33 „ CO_2 und
15·15 „ O + N; ausserdem
0·69 „ gebundene CO_2; im Ganzen
7·02 „ CO_2.

Zu bemerken ist, dass in den beiden letzten Versuchen das Blut gleich beim Beginne des Durchleitens eine bei weitem hellere Farbe annahm, als es sie aus der Carotis mitbrachte und diese zinnoberrothe Farbe auch über Nacht beibehielt.

Stellen wir die zuletzt mitgetheilten Versuche tabellarisch zusammen:

Versuchsnummer	Verdunstbare Gase	Verdunstbare CO_2	Gebundene CO_2	Gesammte CO_2-Menge	O und N	Behandlung des Blutes vor der Gasentziehung
1	22·44	3·99	1·12	5·11	18·45	5mal nach Schütteln mit O im O-Raum bei 38° C.
2	17·84	2·98	0·84	3·82	14·86	7mal nach ditto.
3	20·00	3·50	0·58	4·08	16·50	16 Stunden lang trockene CO_2-freie atmosphärische Luft bei 38° C. durchgeleitet.
4	12·79	3·61	2·38	5·99	9·18	10 Stunden lang feuchte CO_2-freie atm. Luft bei ca. 15° C. durchgeleitet.
5	21·48	6·33	0·69	7·02	15·15	11 Stunden lang Luft wie bei 4 durchgeleitet.

Aus diesen Versuchen ergibt sich:

1. Dass bei Anwesenheit von Sauerstoff das Blut nicht kohlensäurefrei gemacht werden kann. Dieser Erfolg kann zweierlei Deutung erfahren: entweder es bildet sich unter dem Einflusse von Sauerstoff die ausgeschiedene CO_2 stets von Neuem, oder es hat keine Neubildung stattgefunden; im letzteren Falle müsste man annehmen, dass bei reichlicher Anwesenheit von Sauerstoff eine der Bedingungen nicht eintreten konnte, von welchen die Austreibung der letzten CO_2-Antheile des Blutes abhängig wäre.

Den diese Zweideutigkeit entfernenden Versuch, die Bestimmung der absoluten Mengen von CO_2 aus dem unveränderten und aus dem mit O behandelten Blut habe ich aus Mangel an Zeit nicht anstellen können; ich kann also nur Wahrscheinlichkeitsgründe für die Entscheidung der obigen Alternative sprechen lassen. Diese

deuten aber sämmtlich darauf hin, dass die letzten Antheile von CO_2, welche durch den CO_2- und O-freien Raum abgeschieden werden können, im O-haltigen Raum gebunden bleiben. Hätte eine stetige Neubildung von CO_2 stattgefunden und wäre dieselbe im freien Zustande vorhanden gewesen, so hätte sich nach stundenlangem Durchleiten des Gases durch Kalkwasser in diesem ein Niederschlag erzeugen müssen. Nicht minder widerspricht der 4. und 5. Versuch in Verbindung mit vielen anderen einer Neubildung von CO_2. Bei ihnen war das O-haltige Blut in Eis verwahrt, und dennoch enthielt dieses Blut, nachdem es durch Einleitung von O möglichst frei von CO_2 gemacht war, noch über 6 Pct. dieser Gasart. Niemals aber ist unter diesen Umständen bei früheren vergleichenden Analysen eine Neubildung von CO_2 beobachtet worden. Endlich spricht auch für eine Zurückhaltung der schon vorhandenen CO_2 der Umstand, dass in vier unter den fünf beobachteten Fällen die procentische Menge der zurückgehaltenen CO_2 sich nahezu gleich geblieben war, obwohl die Bedingungen, unter denen die Zufügung von O stattfand, sich so sehr verschieden verhielten.

2. Das Blut kann den grössten Theil seiner CO_2, und demnach auch einen sehr bedeutenden Bruchtheil von derjenigen verlieren, welche nach den früheren Versuchen in der Blutflüssigkeit gebunden ist, ohne dass sich die Formen und Eigenschaften der Blutkörperchen ändern.

Daraus kann man in Verbindung mit früher mitgetheilten Erfahrungen folgern, dass keinesfalls der Zerfall, beziehungsweise der Austritt eines den Zusammenhang des Körperchens bedingender Stoff nothwendig ist, um die gebundene CO_2 der Blutflüssigkeit auszutreiben. Um unter diesen Umständen zu begreifen, wie die sauerstoffhaltigen Körperchen die CO_2 auszuscheiden vermögen, läge es nun nahe, daran zu denken, dass der ozonisirte Sauerstoff seine zersetzende Wirkung entfaltet habe. Dann würde aber das Ozon keine vollständige Austreibung der CO_2 bewirken können.

Überblicken wir nun aber noch einmal das, was die bisherigen Versuche über den Zusammenhang zwischen der Form der Körperchen und dem Gasgehalt des Blutes gelehrt haben, so würde sich ergeben:

Die Körperchen können ihre Form einbüssen (durch Entgasung oder den elektrischen Schlag), ohne dass im Blute die normale Ab-

sorptionsfähigkeit für Gase beeinträchtigt wird. Dieses beweisen für den O, die Absorptionsversuche von Setschenow, und andererseits die Erscheinungen, welche eintreten, wenn man venöses oder arterielles Blut durch die elektrischen Schläge verflüssigt. In keinem Falle bemerkt man hiebei eine Gasentwickelung, und zugleich beobachtet man, dass die durchsichtig gemachten Blutarten in der natürlichen Farbe erscheinen, das venöse Blut dunkelroth, das arterielle hellroth (Rollet).

Die Entgasung bedingt nicht unmittelbar den Zerfall der Körperchen, sondern nur dadurch, dass mit der Entfernung der Luftarten Vorgänge eingeleitet werden, die einen Zerfall der Körperchen nach sich ziehen. Dieses geht daraus hervor, dass auch nach vollständiger Entgasung und dauernder Aufbewahrung des gasfreien Blutes bei vollkommenem Luftabschluss ein grosser Theil der Körperchen sich unverändert erhält.

Diese Thatsache lässt, wie es scheint, nur die eine Erklärung zu, dass eine Anzahl der Körperchen geneigter ist, nach der Entgasung die zur Zerfällung führende Zersetzung zu erleiden, als die übrigen.

Der Vorgang bietet in dieser Beziehung eine grosse Analogie mit demjenigen, welcher beim Gefrieren der Körperchen beobachtet wird; auch ein einmaliges Gefrieren reicht nicht hin, um alle Körperchen zu zerstören; mehrmaliges Wechseln der Temperatur überwindet erst die Blutkörperchen, die mit einer geringeren Neigung zur Zersetzung begabt sind.

Die Zersetzung tritt am ausgedehntesten ein, wenn alle Gase entfernt sind; sie ist schwächer aber noch merklich, nach Entfernung allen Sauerstoffes, sie fehlt ganz, wenn das Körperchen mit Sauerstoff gesättiget ist, und das Blut seine CO_2 bis auf 3 Pct. eingebüsst hat.

Rücksichtlich der Producte bietet die Zersetzung der Körperchen durch Entgasung die grösste Ähnlichkeit mit ihrer Zerlegung durch verdünnte fixe Säuren. In beiden Fällen wird das Körperchen in eine farblose Scheibe und in eine rothe Lösung zersetzt. Beim Gefrieren und Elektrisiren wird dagegen das Körperchen gänzlich in Lösung gebracht.

Über die Zerstörung der Hölzer an der Atmosphäre.

I. Abtheilung.

Von Dr. Julius Wiesner,
Docent am k. k. polytechnischen Institute.

(Mit 1 Tafel.)

Schon seit längerer Zeit schwebte mir der Gedanke einer Untersuchung über die Zerstörung der Hölzer vor Augen, besonders über jenen sich langsam abwickelnden Verwesungsprocess des Holzes welcher unter dem Einflusse der Atmosphärilien vor sich geht.

Ich hatte schon vor Beginn der Arbeit zweierlei vor Augen. — Für's Erste glaubte ich, da ich weder in der botanischen noch in der technologischen Literatur eingehendere Untersuchungen über diesen Gegenstand auffinden konnte, die ersten Beiträge zur genaueren Kenntniss der Arten und Ursachen der Holzzerstörung liefern zu können.* Die Arten der Zerstörung anlangend, wollte ich Untersuchungen anstellen über die augenfälligeren makroskopisch und mikroskopisch wahrnehmbaren physikalischen, chemischen und histologischen Veränderungen der Holzarten. Ferner wollte ich beobachten, unter welchen äusseren Bedingungen bestimmte Arten der Verwesung auftreten. — Für's Zweite glaubte ich durch ein eingehenderes Studium der histologischen Veränderungen, welche die verwesenden Hölzer erleiden, der Lösung mancher schwierigen Frage der Pflanzenanatomie näher kommen zu können. Denn ich dachte, dass die Ruinen der Zellen, die bei dem langsam vorwärtsschreitenden Processe der Verwesung zurückbleiben, oft einen weit besseren Einblick in den Bau der Elementarorgane gewähren dürften, als die Betrachtung der Zellen unter dem Einflusse chemischer Reagentien, die meist allzurasch wirken, und das Gebäude der Zelle gleichsam auf einmal in hellen Brand setzen.

Es drängten sich mir mithin schon vor Beginn meiner Arbeit eine Menge Fragen auf. Die Zahl derselben steigerte sich aber noch bedeutend, als ich meine Untersuchungen aufnahm. Erstens zeigte

mir die schon mit Zuhilfenahme des Mikroskopes durchgeführte Ordnung des ziemlich reichhaltigen, von mir zusammengetragenen Materiales die Mannigfaltigkeit der Zerstörungsarten, und zweitens wurde ich schon bei Beginn meiner mikroskopischen Beobachtungen gewahr, welche Rolle die Entwickelung von Pilzen bei den meisten durch die Atmosphärilien bedingten Verwesungsarten spielen, wesshalb ich mich genöthigt sah, auch über die Entwickelung dieser in den verwesenden Zellen eingeschlossenen Pilze Studien anzustellen.

Ich habe gegenwärtig bereits eine grosse Menge der verschiedensten Beobachtungen und Versuche angestellt, bin aber dennoch nur mit wenigen Partien meines Gegenstandes zu Ende gekommen. Diese zum Abschluss gebrachten Theile meiner Untersuchungen betreffen drei wahrhaft typische Arten der Zerstörung reifer Hölzer, welche ich mit den Namen „Grauwerden", „Bräunung" und „staubige Verwesung" der Hölzer belegte. Bei den genannten Verwesungstypen bin ich über Ursache und Art der Zerstörung in's Reine gekommen, und erlaube mir jetzt schon der hochverehrten Classe die Resultate meiner Untersuchungen bekannt zu geben, behalte mir aber vor, die Fortsetzung meiner diesem Gegenstande gewidmeten Arbeit, und zwar: Untersuchungen über die Natur anderer Zerstörungstypen, über die Zeitdauer der Zerstörung, über die Pilzflora der Zellruinen u. s. w., später an demselben Orte zu publiciren.

Ich stelle hier jene Abhandlungen zusammen, welche ich durchgehen musste, um den Stand der Kenntnisse über die Zerstörung der Hölzer an der Atmosphäre kennen zu lernen, und hebe in gedrängter Kürze aus denselben das auf meine Untersuchungen Bezugnehmende hervor.

1. Abhandlung über die Verwandlung der polykotyledonen Pflanzenzelle in Pilz- und Schwammgebilde und der daraus hervorgehenden Fäulniss des Holzes. Von Dr. Th. Hartig. Berlin 1833.

Es ist schwer aus dieser Abhandlung das Thatsächliche heraus zu finden. Einzelne Stellen der Schrift in Verbindung mit Fig. 19 und 20 auf Taf. I scheinen jedoch darauf hinzudeuten, dass Hartig bereits den mechanischen Zerfall der Zellmembran, welcher durch den Einfluss der Atmosphäre bedingt wird, gesehen hat. Er deutete

den Zerfall aber ganz irrig, indem er denselben als eine partielle Umwandlung der Holzzelle in Pilze betrachtet, welche nach seiner damals entwickelten Ansicht durch eine „zweite Lebenskraft" hervorgerufen wurde.

2. Erfahrungen über die Dauer der Hölzer. Von Dr. G. L. Hartig. Berlin 1836.

In dieser Abhandlung werden Beobachtungen über Hölzer mitgetheilt, welche sich in freier Luft oder unter Wasser, ferner solcher, die sich durch längere Zeit auf oder in der Erde befanden. Verschiedene, durch 14 Jahre in freier Luft gelegene Hölzer haben, nach Angabe des Verfassers, keine auffallende Veränderung erfahren.

3. Über einen in grosser Verbreitung an Nadelhölzern beobachteten Fadenpilz. Von F. Unger. Bot. Zeit. 1847, S. 249 ff.

In dieser, mit dem vorliegenden ersten Theile meiner Arbeit nur in fernerem Zusammenhange stehenden Abhandlung, theilt Prof. Dr. F. Unger einen merkwürdigen Fall von Holzzerstörung frisch gefällter und gespaltener Nadelhölzer (Föhre, Fichte, Tanne) mit, deren Splint — das reife Holz blieb unversehrt — durch einen Fadenpilz, *Graphium penicilloides Corda*, zerstört wurde.

4. Die Conservation des Holzes u. s. w. Von A. Pfannenschmidt. Leipzig und Quedlinburg 1848.

S. 15 ff. wird von nasser Fäulniss (= Vermoderung) und trockener Fäulniss (= Trockenfäule) gesprochen. Erstere tritt bei ununterbrochener Anwesenheit von Feuchtigkeit im Holze auf, und verläuft, wie sich der Verfasser ausdrückt, in gleichmässigem Grade bis zur vollständigen Zerstörung des Holzes; letztere, welche einen minder regelmässigen Verlauf nehmen soll, tritt hingegen ein, wenn Feuchtigkeit und Wärme abwechselnd auf das Holz wirken. Diese beiden Zerstörungsarten sollen ihrem wahren Wesen nach völlig mit einander übereinstimmen, indem getrocknete Stücke von nassfaulen und trockenfaulen Hölzern, nach des Autors Angabe, einander ganz gleichen. Der Verfasser sagt ausdrücklich, dass es ausser diesen beiden Zerstörungsarten des Holzes keine anderen mehr gebe, und schliesst sich der von Prechtl ausgesprochenen Ansicht an, dass der „Schwamm" des Holzes nichts anderes als

Fäulniss ist, welche unter Mitwirkung von Pilzen, die aber durchaus nicht die Ursache der Fäulniss sind, vor sich geht.

5. **Über Pilze im Inneren der Zellen.** Von H. Schacht. Verhandlungen der königlich-preussischen Akademie der Wissenschaften 1854. S. 377 ff.

Anschliessend an ältere Beobachtungen von Gottsche und Schleiden, welche bereits Pilze im Innern von Zellen beobachteten, bringt Schacht einige neue Beobachtungen über das Auftreten von Pilzen an diesen Orten bei (in den Zellen der Wurzeln von *Corallorrhiza*, *Epipogium* u. s. w.) und weist nach, dass die Pilze durch die Porencanäle in das Zellinnere gelangen. Ein Gleiches gilt für jene Pilze, welche in das Holz eindringen und dasselbe, indem sie sich von den Kohlehydraten seiner Zellen nähren, zerstören. Schacht hat Pilze im Holzparenchym eines „älteren“ Eichenholzes und in den Gefässen eines Leguminosenholzes aufgefunden.

6. **Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Gewächse.** Von H. Schacht. Berlin 1856. I. Bd.

Hier heisst es S. 217: „Ein sehr verzweigter Fadenpilz (vielleicht mehrere verschiedene Arten) dringt sehr häufig durch die Tüpfel oder durch andere verdünnte Stellen in's Innere der Gefässe; er findet sich sowohl in alten Farnstämmen als auch in vielen anderen alten Hölzern, pflegt dann aber selten in den Holzzellen aufzutreten, während umgekehrt wieder ein anderer Pilz nur in den letzteren wuchert“.

7. **Denkschrift über die Erhaltung des Holzes.** Von H. Payen. Memoiren der kais. Central-Ackerbaugesellschaft. 1856. Aus dem Französischen. Wien 1857.

In dem Abschnitte: Bau und chemische Beschaffenheit des Holzes wird auseinander gesetzt, dass es die stickstoffhaltigen und löslichen Substanzen (Zucker, Gummi u. s. w.) des Holzes sind, welche sich am leichtesten zersetzen und eine Vermehrung der anderen organischen Substanzen desselben herbeiführen. Die entstandenen Zersetzungsproducte wirken nach Payen ernährend auf vegetabilische Organismen, welche vollends die Verwesung des Holzes herbeiführen.

Der Autor spricht ferner noch von den das Holz angreifenden Insecten, welchen Gegenstand ich aber füglich übergehen kann, da er mit meinen Untersuchungen in keinem Zusammenhange steht.

8. Dauer des Holzes. Hand- und Lehrbuch der Technologie von Dr. J. R. Wagner. IV. Bd. S. 20 ff. Leipzig 1862.

Beim Liegen der Hölzer in der Feuchte geht das Holz in Fäulniss (Vermoderung, Verstockung) über, und zwar in Folge von Zersetzungen, welche die Eiweisskörper des Holzes erleiden. Die Vermoderung besteht darin, dass die Fasern ihren Zusammenhang verlieren, wobei sich das Holz in eine zerreibliche Masse verwandelt. Bei vermehrter Feuchtigkeit gesellt sich zur Vermoderung der „Schwamm". — Trockenliegende Hölzer sollen nur von Insecten und deren Larven zu leiden haben.

9. Lehrbuch der organischen Chemie. Von Schlossberger 1860. S. 233.

Im vermodernden Holze treten Quellsäure und Quellsalzsäure auf.

Was ich sonst noch in der Literatur auf meine Arbeit Bezugnehmendes auffand, reducirt sich auf die in den angezogenen Abhandlungen vorkommenden, höchst mangelhaften Angaben, die zum grossen Theile auch unrichtig sind.

I. Das Grauwerden des Holzes (Vergrauung).

Ich belege mit diesem Ausdrucke jene häufig vorkommende und allgemein gekannte Veränderung der Hölzer, bei welcher deren Oberflächen eine mehr oder weniger helle, oft mit Seidenglanz verbundene graue Farbe annehmen.

Hölzer, besonders solche, die im Längsschnitte der Atmosphäre ausgesetzt sind, z. B. Schindeln, Plankenbretter, Zaunbalken, zeigen die Verwesungserscheinung der Vergrauung.

Das Grauwerden befällt sowohl das von Laub- als das von Nadelbäumen herrührende Holz. Ich beobachtete diese Zerstörungsart an dem Holze der Weiss- und Rothbuche, der Robinie (*Robinia pseudoacacia*), der Köhlreuterie des Ahorns (*Acer campestre* und *A. platanoides*), der Weide (*Salix alba* und *fragilis*), des Weissdornes (*Crataegus oxyacantha*), des Apfelbaumes, der Linde (*Tilia*

parvifolia) Birke und Erle; ferner an dem Holze der Föhre *(Pinus silvestris* und *austriaca)*, der Lärche, Fichte und Tanne. — Es ist gar kein Zweifel vorhanden, dass noch viele andere Laub- und Nadelhölzer, den äusseren Bedingungen des Grauwerdens ausgesetzt, dieser Verwesungsart unterliegen; doch ist es andererseits wahrscheinlich, dass manche Holzarten, wie Eichenholz, nie vergrauen.

Farbe und Glanz der ergrauten Hölzer sind sehr verschieden, je nach den Baumarten, von denen sie herrühren. Bekannt ist das Grau und der schwache Seidenglanz der von Fichtenholz angefertigten Plankenbretter. Das vergraute Holz des Ahorns (besonders von *Acer campestre)* ist beinahe silberweiss und silberglänzend; tiefer grau, aber stark glänzend, ist vergrautes Robinienholz; jenes der weissen und Bruchweide tiefgrau und ohne Glanz. Ein Gleiches gilt für Weissdornholz. Glanzlos, aber beinahe kreideweiss wird das Holz der *Köhlreuteria puniculata* durch diese Zerstörungsart.

Nur solche Hölzer, welche an trockenen Orten, aber dennoch den atmosphärischen Niederschlägen ausgesetzt, angebracht, und dergestalt der Atmosphäre exponirt sind, dass sie blos auf dem Wege der Membrandiffusion mit Wasser versorgt werden (längsgeschnittenes Holz, das der Luft eine möglichst verticale Fläche darbietet, oder bei horizontaler Lage eine glatte Oberfläche besitzt), mithin oftmals befeuchtet werden, aber hierauf wieder austrocknen, sind dauernder Vergrauung ausgesetzt.

Der Quere nach durchschnittene Hölzer, bei denen Wasser auch direct in's Zellinnere eindringt, ergrauen nur vorübergehend und undeutlich, selbst wenn sie gleichen atmosphärischen Einflüssen, wie längsgeschnittene und in ausgezeichneter Weise ergraute Hölzer ausgesetzt sind. Sie nehmen oft rasch eine schwarze Farbe an, die von einer Unmasse olivenbraun gefärbter, opaker Pilzsporen herrührt. Man sieht diese Zerstörungsart, welche ich in einem später folgenden Theile meiner Arbeit unter dem Namen: „scheinbare Verkohlung" ausführlicher behandeln werde, in ausgezeichneter Weise an vergrauten Plankenbrettern, deren zapfenartig im Brette liegenden Asthölzer eine kohlschwarze Farbe annehmen.

Holzarten, die des Grauwerdens fähig sind, wie Föhren- und Fichtenholz, einer stets feuchten Atmosphäre ausgesetzt, wie das in waldreichen und gebirgigen Gegenden benützte Bauholz, zeigen ganz

andere Verwesungserscheinungen, wie wir unten bei der Betrachtung der „Bräunung des Holzes" näher auseinandersetzen werden.

Directes Sonnenlicht befördert wohl sehr die Vergrauung, ist aber zu derselben nicht unumgänglich nothwendig, indem Hölzer (Apfelbaumholz), die durch Zufall an einzelnen Stellen tief gespalten wurden, auch noch an solchen Orten der Spaltflächen ergrauten, bis zu welchen entschieden directes Sonnenlicht nicht vordringt.

Alle grau gewordenen Hölzer stimmen in folgenden drei Punkten überein:

1. Ist der Zusammenhang der Elementarorgane des Holzes, welche dessen graugewordene Partie zusammensetzen, durch theilweises Verschwinden der Intercellularsubstanz gelockert, stellenweise sogar ganz aufgehoben.

2. Zeigen die Membranen der Zellruinen untereinander ein gleiches chemisches Verhalten, welches von jenem der unveränderten Zellen des Holzes wesentlich abweicht.

3. Erleiden die verwesenden Elementarorgane gleiche histologische Veränderungen.

1. Schwinden der Intercellularsubstanz.

Über die Auflockerung im Zusammenhange der Zellen erwähne ich folgendes. Schon bei der makroskopischen Betrachtung graugewordener Hölzer kann man oft bemerken, dass die Oberfläche derselben von halbfreigelegten Fasern überdeckt ist, welche das Holz mit einem haarigen oder wolligen Überzug bekleiden.

Es zeigt sich dies besonders deutlich bei Nadelhölzern, von deren vergrauter Oberfläche man mit Leichtigkeit mit der Pincette Faser um Faser abheben kann. Laubhölzer, besonders weitzellige, z. B. Weidenholz lassen nur eine unbedeutende Abfaserung erkennen.

Es ist wohl keinem Zweifel unterworfen, dass diese Freilegung der Fasern durch eine Beseitigung der Intercellularsubstanz bedingt wird, wenn man auch die Abwesenheit dieses Umwandlungsproductes der Zellmembran nicht von der isolirten Zelle herunterlesen kann, wegen der Kleinheit der Menge, in welcher dieser Stoff zwischen den Elementen des Holzes auftritt, und wegen der kaum überwindbaren Schwierigkeit, Querschnitte durch vergraute Zellpartien zu führen.

Man kann sich jedoch durch Reagentien überzeugen, dass zum mindesten der äusserste, also älteste Theil der Intercellularsubstanz beim Grauwerden des Holzes aus demselben weggeschafft wird. Nimmt man nämlich ein in den ersten Stadien dieser Verwesungsart sich befindendes Holz, dessen Farbe sich bereits in's Graue neigt, das aber noch keine freiliegenden Holzfasern besitzt, hebt von demselben die oberflächlichen Partien in feinen Längsschnitten ab, so kann man durch Kochen dieser Schnitte in chlorsaurem Kali und Salpetersäure, oder durch tagelanges Liegenlassen in einem kalten Gemische dieser Reagentien viel schneller eine Isolirung der Zellen hervorrufen, als dies an aus unverändertem Holze angefertigten Schnitten möglich ist. Ein ganz gleiches Resultat erhält man auch, wenn man ein an der Oberfläche vollständig vergrautes Holz seiner blossliegenden Fasern entkleidet (es gelingt dies leicht durch Befeuchten des Holzes mit Wasser und sachtes Abschaben mit dem Messer), und neu abgehobene Gewebspartien der Einwirkung der genannten Reagentien aussetzt.

Chromsäure, welche ebenfalls die Intercellularsubstanz löst [1], isolirt viel leichter die Zellen eines im Grauwerden begriffenen, als die eines unveränderten Holzes derselben Art.

Die vier Versuche zeigen deutlich genug, dass mit der Intercellularsubstanz bedeutende Veränderungen vor sich gegangen sein müssen; sie lassen uns aber darüber in Zweifel, ob dieser Stoff bei

---

[1]) Chromsäure wurde, und zwar in kochender Lösung, zuerst von Schacht (das Mikroskop 1862, S. 120) als Lösungsmittel für Intercellularsubstanz angewendet. Später hat Pollender (Bot. Zeit. 1862, S. 405) durch kalte Chromsäure den Zwischenstoff des Korkes entfernt. Derselbe hat auch Hollunder-, Linden- und Weidenholz durch diese Säure gelöst, ohne in der hierüber geschriebenen kurzen Notiz, welche seiner trefflichen Abhandlung über Pollenin und Cutin im Anhange beigegeben war, das Verhalten der Membran genauer zu beschreiben. Ich habe mich überzeugt, dass eine kalte Chromsäurelösung zuerst die Intercellularsubstanz des Holzes löst, wobei dessen Elementarorgane isolirt werden; hierauf greift diese Säure eine Menge von Infiltrationsproducten der Zellmembran an, wodurch die ausgelaugten Zellwände farblos werden und die Reactionen des reinen Zellstoffes annehmen. Der Umstand, dass die Chromsäure (und zwar schon deren kalte Lösung) den Zwischenzellstoff rasch und viel früher angreift, als die Zellmembranen, die oft erst nach Stunden in der Säure verfliessen, macht dieses Reagens zu einem trefflichen Mittel für die Isolirung der Zellen. Ich wende dasselbe bereits seit längerer Zeit mit grossem Vortheile an, und ziehe es in vielen Fällen entschieden dem Schulz'schen Reagens (Gemisch von chlorsaurem Kali und Salpetersäure) vor.

dem in Rede stehenden Verwesungsprocesse gleich als solcher mechanisch entfernt wurde, oder erst dann, nachdem er eine chemische Umwandlung erlitt. In dem ersten Falle hätte das Schulz'sche Reagens und die Chromsäure aus dem Grunde rascher isolirt, weil die Quantität des wegzuräumenden Zwischenzellstoffes eine relativ geringere gewesen; im zweiten Falle wären die beiden Reagentien auf Stoffe gestossen, die überhaupt leichter zerstörbar sind als die Intercellularsubstanz des gewöhnlichen Holzes.

Es ist schwer hierüber in's Klare zu kommen. Ich habe eine grosse Zahl von Längs- und Querschnitten, welche sich in den verschiedensten Stadien des Grauwerdens befanden, mit Zuhilfenahme der gewöhnlichen Reagentien untersucht; da sich aber der die Zellen der Objecte mehr oder weniger innig verkittende Stoff gegen kaltes und kochendes destillirtes Wasser, gegen Schwefelsäure, gegen eine kalte und kochende Kalilösung, gegen Äther und Weingeist, wie die Intercellularsubstanz des unveränderten Holzes verhält, so wird es zur Gewissheit, dass dieser Stoff beim Grauwerden der Hölzer als solcher mechanisch aus dem Holze herausgeschafft wird. Zweifelsohne wird die rein mechanische Beseitigung der Intercellularsubstanz durch den fortwährenden Wechsel von Feuchte und Trockniss bedingt, welchem vergrauende Hölzer stets unterworfen sind und die fortwährende Volumsänderungen der Elementarorgane des Holzes herbeiführen. — Ich werde übrigens unten bei der Betrachtung der „staubigen Verwesung" Gelegenheit haben zu zeigen, welchen Trotz die Intercellularsubstanz den chemischen Einflüssen der Atmosphäre zu bieten vermag, wodurch die Beobachtung, dass die Intercellularsubstanz eine rein mechanische Beseitigung erfährt, neuerdings eine Bestätigung erhält.

2. Reaction der Zellmembran.

Alle aus dem Zellverbande herausgetretenen Elementarorgane grau gewordener Hölzer zeigen vollkommen gleiches Verhalten gegen alle im Nachfolgenden genannten Reagentien, von welcher Holzart sie auch herrühren mögen; es gilt dies eben sowohl für Holzzellen, wie für die Elementarorgane der Markstrahlen und Gefässe. Am besten lassen sich die Reactionen an Holzzellen zeigen, da sich dieselben mit Leichtigkeit vom Holze abheben lassen. Da aber das Lumen der

Holzzellen grau gewordener Hölzer sehr häufig mit Pilzsporen. und den aus diesen hervorgegangenen Mycelien erfüllt sind, welche die Reactionen oftmals trüben, so ist es am besten, zur deutlichen Darlegung der Reactionen dickwandige Holzzellen, z. B. die des Rothbuchenholzes zu wählen, die oft einer vollständig vergrauten Holzoberfläche angehören, ohne eine einzige Spore zu beherbergen. Die farblosen, stark durchscheinenden Zellmembranen werden weder durch Wasser, noch durch Weingeist oder Äther verändert.

Ammoniak und Kalihydrat machen die Zellmembranen aufquellen, ohne sonst welche Änderungen hervorzubringen.

Durch eine verdünnte weingeistige Jodlösung, die in Folge der Bildung von geringen Mengen von Jodwasserstoffsäure eine schwach saure Reaction zeigte, wurde die Zellmembran licht braungelb und nach Hinzufügen von concentrirter Schwefelsäure, schön blaugefärbt.

Chlorzinkjodlösung bedingt eine blauviolete bis rothviolete Färbung der Zellwand.

Durch Kupferoxyd-Ammoniak (dargestellt durch Behandlung von Kupferdrehspähnen mit 14—16 percentigem Ammoniak) werden die Membranen unter starker Aufquellung, anfänglich unter Beibehaltung scharfer Contouren in eine beinahe farblose (bläuliche) Gelatine umgewandelt, welche mit überaus feinen Körnchen untermischt ist, die auf Zusatz von Ammoniak nicht verschwinden, mithin nicht von ausgeschiedenem Kupferoxydhydrat herrühren. (In gleicher Weise verhält sich chemisch-reine, aus Baumwolle dargestellte Cellulose.)

Eine mässig concentrirte (mit dem gleichen Volum Wasser versetzte, vollständig gesättigte) kalte Lösung von Chromsäure löst die Intercellularsubstanz der unveränderten Holzzellen der Fichte, welche allsogleich die Farbe des Reagens annehmen, auf; unter fortwährender Gasentwickelung entfärben sich die aus dem Zusammenhange tretenden, sichtlich aufgequollenen Zellen. Bringt man nun die Zellen aus der in Folge der Reduction der Chromsäure grün gewordenen Flüssigkeit heraus, wäscht sie mit destillirtem Wasser aus, färbt sie sodann mit weingeistiger Jodlösung, so werden deren Membranen auf Zusatz von Schwefelsäure schön blau gefärbt. Durch Kupferoxyd-Ammoniak werden die durch die Chromsäure ausgelaugten Holzzellen in überraschend kurzer Zeit gelöst,

durch Chlorzinkjodlösung werden sie violet gefärbt. Die durch Chromsäure in reinen Zellstoff umgewandelten Zellmembranen werden erst etwa nach einstündiger Einwirkung von frisch zugesetzter Chromsäure in Lösung gebracht.

Die Holzzellen eines vergrauten Fichtenholzes lassen, in Chromsäure gebracht, nur eine höchst unbedeutende Gasentwickelung erkennen, erhalten sich nichts destoweniger in dem Reagens beinahe eben so lang wie unveränderte Holzzellen.

Eine Lösung von übermangansaurem Kali, welches die gewöhnlichen Holzzellen allsogleich hellgelbbraun färbt, versieht die Holzzellen vergrauter Hölzer blos mit jenem schönen rothviolet, welches das Reagens selbst in durchfallendem Lichte zeigt [1]).

Aus den angeführten Reactionen geht deutlich genug hervor, dass die den vergrauten Theil der Hölzer zusammensetzenden Zellen und Zellenreste aus chemisch-reiner oder nahebei reiner Cellulose bestehen.

Man kann die Verschiedenheit in den Reactionen der unveränderten und der vergrauten Zellen eines und desselben Holzes benützen, um zu sehen, bis zu welcher Tiefe ein zu untersuchendes Holz bereits vergraut ist.

Man wendet hierbei mit Vortheil die Reactionen mit Jod und Schwefelsäure oder die mit Kupferoxyd-Ammoniak an; sehr instructiv ist auch jene mit übermangansaurem Kali. Man benützt zur Untersuchung, da die Herstellung brauchbarer Querschnitte bei grau gewordenen Hölzern unmöglich ist, Längsschnitte, die senkrecht auf die vergraute Holzoberfläche zu führen sind.

An solchen mit Jod und Schwefelsäure behandelten Schnitten werden oft 10—15 Zellreihen gebläut, während die angrenzenden

---

[1]) Über die Wirkungsweise dieses Körpers, der mir als mikro-chemisches Reagens bei pflanzenanatomischen Untersuchungen schon sehr treffliche Dienste leistete, erwähne ich hier Folgende: Reiner Zellstoff, aus Baumwolle dargestellt, nimmt im Reagens (ich benützte eine Flüssigkeit von dem Titre 1 C. C. entsprechend 0·0261 Grm. $H_4NOFeO\,2\,SO_3\,6\,HO$) allsogleich die Farbe desselben an. Infiltrirt man reinen Zellstoff mit einem der folgenden Körper: Rohrzucker, Traubenzucker, Dextrin, Eiweiss, Terpentinöl, Olivenöl, so wird derselbe durch das Reagens sofort gelb oder gelbbraun gefärbt. Gewöhnliche Baumwolle nimmt wohl im ersten Momente der Einwirkung des übermangansauren Kali dessen Farbe an, doch färbt sich der innere, mit Eiweisskörpern infiltrirte Theil der Membran und der Rest des Protoplasma alsbald gelb, worauf die ganze Faser diese Färbung annimmt.

noch unveränderten Zellen, je nach der Art der Infiltrationsproducte eine gelbe oder grüne Farbe annehmen.

Mit Kupferoxyd-Ammoniak behandelt, verfliessen blos die 3—4 äussersten Zellreihen des Längsschnittes im Reagens, die nächstfolgenden (etwa 4—8) quellen blos unter Blauwerden der Membranen auf; die von hier an bis an's entgegengesetzte Ende des Schnittes reichenden Zellen nehmen entweder eine blaue (z. B. Rothbuchenholz) oder grüne oder blaugrüne (Fichtenholz) Farbe an. Die durch das Kupferoxyd-Ammoniak hervorgerufene grüne oder blaugrüne Farbe ist eine Mischfarbe von Blau und Gelb, das Blau rührt selbstverständlich von Kupferoxyd-Ammoniak her; das Gelb hingegen — durch das Ammoniak des Reagens hervorgebracht — rührt von einem infiltrirten Stoffe her, der in den vergrauten Zellen nicht mehr vorhanden ist.

Ganz merkwürdig verhält sich das vergrauende Holz der Robinie bei Behandlung mit Kupferoxyd-Ammoniak. Das unveränderte gelblich gefärbte Holz nimmt in Berührung mit Ammoniak eine citrongelbe, später in's Braune geneigte Farbe an. An einem senkrecht auf die vergraute Fläche des Robinienholzes geführten Schnitt färben sich bei Behandlung mit Ammoniak blos die unveränderten Zellen gelb; die vollständig vergrauten Zellen (etwa 4—7 Reihen bildend) bleiben ganz ungefärbt. Von diesen Zellen an ist ein allmählicher Übergang in der Färbung bis zu den intensiv gefärbten unveränderten Zellen bemerkbar. Fügt man nun zu einem solchen mit Ammoniak bereits versetzten Schnitte Kupferoxyd-Ammoniak hinzu, so färben sich die äussersten Zellen schwach blau, quellen auf und verfliessen, indem sie sich vorerst krummlinig von den Nachbarzellen abgehoben haben, im Reagens (vgl. Fig. 1). Die Nachbarzellen — seien es Holzzellen oder andere Elementarorgane des Holzes — nehmen eine grüne Farbe an (dort, wo Holzzellen liegen, kann man etwa 3—5 Reihen grüngefärbte Zellen zählen); an die grüne Schichte endlich schliessen sich sienabraune (in sehr dünnen Schichten etwas in's Violete geneigte) Zellen an. Die beinahe farblosen, in Kupferoxyd-Ammoniak verfliessenden Zellmembranen bestehen aus reinem Zellstoff, und gehören vollständig vergrauten Zellen an, die grüngefärbten Zellen sind erst im Vergrauen begriffen, die braunen gehören demnach ganz und gar unveränderten Holzkörpern an.

Eine nicht minder gut die Stadien der Vergrauung charakterisirende Farbenreihe kann man durch übermangansaures Kali hervorrufen, worauf ich aber hier nicht näher eingehe, da die Wirkungsreihe dieses Reagens durch das Vorhergehende verständlich wird.

3. Histologische Veränderungen des Holzes und seiner Zellen.

Schon oben wurde auseinandergesetzt, dass beim Vergrauen ein grosser Theil der Intercellularsubstanz aus dem Holze herausgeschafft wird. Es werden jedoch nicht alle Elementarorgane des Holzes in gleichem Grade durch die Abwitterung ihrer Zwischensubstanz isolirt. Ich fand sowohl bei Laub- als Nadelhölzern, dass die Markstrahlenzellen viel früher als die Holzzellen (bei Laubhölzern auch früher als die Gefässe und Gefässzellen) ihrer ganzen Intercellularsubstanz entkleidet werden, worauf sie gewöhnlich aus dem Gewebe herausfallen. In der alleroberstenSchichte vergrauter Hölzer wird man nur äusserst selten Markstrahlenzellen finden.

Bei der Vergrauung der Nadelhölzer widerstehen die Holzzellen länger als die Markstrahlen dem zerstörenden Einfluss der Atmosphäre; bei Laubhölzern gehen zuerst die Gefässe oder Gefässzellen, hierauf die Markstrahlen- und schliesslich erst die Holzzellen zu Grunde. Die Holzzellen sind mithin sowohl an Laub- als Nadelhölzern diejenigen Elementarorgane, welche bei der Vergrauung der Atmosphäre am längsten Trotz bieten.

Ich habe niemals beobachtet, dass Gefässe, nach Entfernung der Intercellularsubstanz, aus dem Holzkörper heraustraten, ohne vorerst eine auffallende Demolirung ihrer Wände erfahren zu haben. Wohl aber beobachtete ich Markstrahlenzellen (an manchen Stellen vergrauender Tannenhölzer) und Holzzellen (hie und da im vergrauenden Rothbuchenholze), die sich aus dem Zellverbande lösten, ohne die geringsten histologischen Veränderungen ihrer Membranen erlitten zu haben; hier bewirkte der Vergrauungsprocess bloss eine Abwitterung der Intercellularsubstanz, und eine Entfernung der Infiltrationsproducte aus der Zellmembran. Ich habe vollständig isolirte Holzzellen und Markstrahlenzellen, erstere von einem vergrauten Weiden-, letztere von einem vergrauten Ahorn-

holze *(Acer campestre)* herrührend, untersucht, in welchen noch ganz unverletzte Stärkekörner vorhanden waren.

Über die histologischen Veränderungen, welche ich an den Membranen der parenchymatischen und prosenchymatischen Elemente des Holzes beobachtete, führe ich Folgendes an.

Die Gefässe vieler grau gewordener Hölzer (Rubinie, Weide, Ahorn, Roth- und Weissbuche u. s. w.) zeigen eine deutliche Abwitterung der secundären Verdickungsschichten von den structurlosen, manchmal undurchbrochenen, manchmal fein durchlöchert erscheinenden primären Membranen. Die nackten primären Zellhäute habe ich dort, wo die Gefässelemente noch gut erhalten waren, grosse Strecken entlang (oft durch die Hälfte der Länge eines Gefässelementes) verfolgen können.

Manche blossgelegten primären Membranen getüpfelter Gefässzellen schienen mir in ihrem ganzen Verlaufe glatt zu sein: bei den freigelegten primären Membranen der Gefässe des Rothbuchenholzes sah ich jedoch deutlich in der Umgebung der feinen Löcher (Einmündungsstelle der Porencanäle in die primäre Membran) halbkugelschalige Einsenkungen, welche selbstverständlich die Tüpfel des Gefässes bildeten. Die Gefässe erhalten sich in grau werdenden Hölzern nur kurze Zeit; meist folgt der Abwitterung der secundären Verdickungsschichten schon ein Zerfall des Gefässes auf dem Fusse nach.

So gross auch die Zahl jener Fälle war, in welchen ich eine nach aussen vorwärts schreitende Demolirung der Gefässwände beobachtete, so möchte ich doch nicht diese Zerstörungsrichtung an Gefässen vergrauender Hölzer als die allein herrschende betrachten. Ich habe nämlich am Lindenholze deutlich gesehen, dass von in Zerstörung begriffenen Gefässzellen deren tertiäre Membranen am besten erhalten blieben und stellenweise ganz und gar von allen anderen Schichten entblösst, aus den gut erhaltenen Gefässresten mit deutlich spiraliger Structur herausragten. Auch an den Gefässzellen eines vergrauenden Birkenholzes habe ich eine auffallende Resistenz der innersten Zellschichten beobachtet.

Die Holzzellen vergrauter Hölzer erschienen mir aussen meist glatt und continuirlich begrenzt; die Innengrenze der Membran hatte bei den meisten vergrauten Zellen ein rauhes, gleichsam abgebröckeltes Aussehen angenommen (Fig. 2 *a*, *p*), was mich zu

der Ansicht verleitete, dass die Zellen hauptsächlich von innen her mechanisch angegriffen werden.

Meine Vermuthung bestätigte sich vollkommen, wie aus den beiden nachstehenden Beobachtungen hervorgeht. Eine genaue Durchmusterung vergrauter Zellen unter dem Mikroskope belehrte mich, dass hier und dort noch Holzzellen vorkommen, deren Membranen zwar der Dicke nach schon bedeutend gelitten haben, die aber dennoch stellenweise durch Reste der Intercellularsubstanz aneinander gekittet sind. Durch genaue Betrachtung solcher Zellen wird es klar, dass die Abtragung der Zellwand vornehmlich an den inneren Schichten der Zellen vor sich gegangen sein muss (Fig. 2 *a*, *b*, *c*, *d*). Die Holzzellen des grau gewordenen Robinenholzes färben sich, wie oben erwähnt, in senkrecht auf die vergraute Holzoberfläche geführten Längsschnitten durch Kupferoxyd-Ammoniak blau, grün oder braunviolet, je nachdem die Zellen ganz, unvollständig oder noch gar nicht vergraut sind. Die sich blau färbenden Zellen, deren Membranen aus beinahe chemisch reiner Cellulose bestehen, zeigen nun nach dem Grade ihrer durch die Atmosphäre bedingten Zerstörung, ein verschiedenes Verhalten in Reagens. Die am meisten durch den Verwesungsprocess angegriffenen Holzzellen verfliessen im Kupferoxyd-Ammoniak, ohne dass man an der sich lösenden Membran eine Structur wahrnehmen könnte (Fig. 1 *c*); diese Zellruinen bestehen nur mehr aus der primären Membran. Die diesen benachbarten minder arg zerstörten Holzzellen zeigen kurz vor ihrer Auflösung im Kupferoxyd-Ammoniak, innerhalb einer zarten structurlosen Membran ein System von parallelen Schichten, die nach kurzem Widerstand im Reagens verfliessen; diese minder arg demolirten Zellen bestehen noch aus den primären Membranen und den secundären Verdickungsschichten. In den resistentesten durch Kupferoxyd-Ammoniak gebläuten Holzzellen (es sind dies wohl vollständig vergraute, aber die am wenigsten zerstörten Zellen) sieht man nicht nur die primäre Membran und die spiraligen Verdickungsschichten; innerhalb derselben sieht man noch eine schwarz erscheinende, manchmal deutlich geschichtete Auskleidung der Zellwand, welche der Einwirkung des Reagens hartnäckigen Widerstand bietet (Fig. 1 *r*, *r'*). Diese innersten Verdickungsschichten der Holzzellen werden aber dennoch durch das Kupferoxydammoniak angegriffen; sie quellen nämlich stark auf, wobei der Innenraum

der Zelle mit dem blauen Reagens erfüllt erscheint, und verfliessen schliesslich zu einer feinkörnigen Gelatine. Es ist gar kein Zweifel vorhanden, dass diese dem Reagens gegenüber resistenteste Partie der Membran die tertiäre Membran [1]) ist, der etwa noch ein kleiner Protoplasmarest anhaftet. Die Anwendung des Kupferoxyd-Ammoniaks zeigt im vorliegenden Falle auf das Deutlichste, dass die Abtragung der Membranen bei der tertiären Membran beginnt und von hier aus nach aussen vorwärts schreitet.

Eine grosse Zahl von Beobachtungen an vergrauenden Laub- und Nadelhölzern hat mich überzeugt, dass eine Abtragung der Zellwände von innen nach aussen in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle eintritt, dass aber gleichzeitig die Zelle von aussenher demolirt werden kann, wobei die älteren secundären Verdickungsschichten der Atmosphäre am längsten Trotz bieten.

Die durch diesen Abblätterungsprocess zurückbleibenden Ruinen der Holzzellen lassen noch verschiedene andere mechanische Veränderungen erkennen. Sehr oft kömmt es vor, dass Zellreste, die zum grossen Theile freigelegt wurden, etwa so wie Baumwollenhaare (Fig. 2 *a*) spiralig um ihre Axe gedreht sind. Die resistentesten Theile der Zellmembran (die primäre Membran oder die älteren secundären Verdickungsschichten) sind meist vielfach zerklüftet. Die Sprünge gehen bei getüpfelten Zellen fast immer von den Tüpfeln aus, und laufen entweder der Zellenaxe parallel, oder was viel häufiger auftritt, verlaufen in spiraliger Richtung (Fig. 2 *t*, *t'*, *R*).

Durch diese Tüpfelrisse hat die atmosphärische Luft ungehinderten Zutritt in das Innere der Zellruine; sie führt die allenthalben in der Luft vorhandenen Sporen von Pilzen hier hinein, welche sich daselbst ungestört ansammeln und bei genügender Feuchtigkeit auch entwickeln (Fig. 2 *m*).

In den ersten Stadien der Zellendemolirung sieht man viele natürliche Enden freigelegter Holzzellen, in den späteren Stadien werden dieselben immer seltener, da mit zunehmender Abtra-

---

[1]) Diese Schichten bestehen entschieden nicht aus reinem Zellstoff, sonst müssten sie im Kupferoxyd-Ammoniak rasch verfliessen. Ich muss mich, dieser Beobachtung zufolge, der Ansicht Sanio's anschliessen, dass die tertiären Membranen wenigstens nicht immer, wie Schacht behauptet, aus reiner Cellulose bestehen. (Vgl. Bot. Zeit. 1860, p. 201.)

gung und Zerklüftung der Zellwände dieselben häufig quer abbrechen.

Auch die Zellen der Markstrahlen und des Holzparenchyms zeigen vornehmlich eine Abwitterung von innen her. Man kann sich auch bei diesen Elementarorganen leicht überzeugen, dass die primären Membranen oder die älteren secundären Schichten, mithin die äussere Partie der Zellmembran resistenter als die innere ist.

An Markstrahlenzellen, welche noch eine deutliche primäre Membran besitzen oder gar noch durch Intercellularsubstanz mit ihren Nachbarzellen verbunden sind, kann man sehr oft schon den Mangel der tertiären Membran durch Anwendung von Chromsäure darlegen. Wenn man durch unverändertes Holz (z. B. Tannenholz) geführte radiale Längsschnitte mit Chromsäure behandelt, so wird vorerst die Intercellularsubstanz in Lösung gebracht, hierauf werden die Schichten von der primären Membran angefangen nach innen zu aufgelöst. Am resistentesten ist hierbei die tertiäre Membran, welche alle Höhen und Tiefen der Zellen als dünnes Häutchen überkleidet. Diese kann man durch Chromsäure freilegen. Sie schwimmt in der grünlichen Flüssigkeit als ein mit vielen Ein- und Ausstülpungen versehenes Häutchen herum, und verfliesst nicht lange darauf in Reagens. Dieser Vorgang wird sehr gut durch Fig. 4 *c, d* versinnlicht, obgleich diese Zeichnung zu einem anderen Zwecke entworfen wurde. In Markstrahlenzellen aus vergrauendem Tannenholze wird man mit Anwendung von Chromsäure die tertiäre Membran in der Regel vergebens suchen.

Mit dem Vorrücken der Demolirung der Markstrahlenzellen von der tertiären Membran gegen die älteren Verdickungsschichten, werden die Zellwände nicht selten auch von aussen her angegriffen, und diese Elementarorgane ganz oder nur theilweise ihrer primären Membran (vielleicht auch der äussersten secundären Verdickungsschichten) entkleidet.

Ich will nun versuchen, auf Grundlage der im Vorstehenden mitgetheilten Beobachtungen den Verlauf jenes Verwesungsprocesses, für welchen ich den Namen „Vergrauung“ wählte, zu schildern.

Es gibt eine grosse Menge von Hölzern, die von Laub- und Nadelbäumen herrühren, welche an trockenen Orten im Längs-

schnitte der Atmosphäre ausgesetzt, in Folge oftmaligen Wechsels von oberflächlicher Befeuchtung durch die atmosphärischen Niederschläge und Austrocknung eine graue Oberfläche annehmen. Diese licht- bis dunkelgraue Schicht des Holzes besteht aus Zellen, welche durch die atmosphärischen Niederschläge ausgelaugt, ihrer Infiltrationsproducte ganz oder zum grossen Theil beraubt wurden, so zwar dass die zurückbleibenden Membranen blos aus chemisch-reiner oder nahebei chemisch-reiner Cellulose bestehen. Durch die Volumsänderungen, welche die Zellen beim Feuchtwerden und der darauf folgenden Austrocknung erleiden, wird ein grosser Theil der Intercellularsubstanz mechanisch aus dem Holze entfernt, wobei dessen Zellen ganz oder zum Theile isolirt werden. Die vollständig isolirten Zellen fallen vom Holze, welches in Folge der Blosslegung von Zellen eine haarige, manchmal wollige Oberfläche angenommen hat, ab. Die Membranen der unvollständig isolirten Zellen wittern schichtenweise — vornehmlich von innen nach aussen — ab, gleichzeitig werden die Reste der Zellwände von bestimmten Punkten aus zerklüftet. Durch diese Klüfte (Tüpfelrisse) kommen die in der atmosphärischen Luft allenthalben vorhandenen Sporen niederer vegetabilischer Organismen (Pilze, Flechten) in's Innere der Zellen. Die auf diese Weise demolirten Zellen des Holzes trennen sich nun nach und nach von dem Holzkörper los, entweder indem sie als solche herausfallen (beinahe alle Markstrahlenzellen aber nur eine geringe Zahl von Holzzellen), oder indem sie zusammenbrechen. Dieses Zusammenbrechen geschieht gewöhnlich durch allzu starke oder ungleichmässige Abtragung der Zellwand, nicht selten auch unter Mitwirkung von Pilz-Mycelien, welche mit zunehmender Entwickelung die Zellreste zersprengen. An vielen Holzzellen vergrauter Hölzer kann man bemerken, dass die an den Membranen sich anklammernden Pilze in Spiralgängen sich gleichsam in die Wand zur Hälfte eingraben, und nach ihrem Abfallen die Spuren ihrer Wege zurücklassen, (Fig. 2 *a*, *m'*). Bei allzureichlicher Entwickelung von Pilzen dringen die Sporen und Mycelien der Pilze auch in noch unvergraute Zellen ein, und rufen dann eine Zerstörungsart des sich hiebei schwärzenden Holzes hervor, welche mit der hier beschriebenen Art der Verwesung nichts gemein hat, auf die ich in einem später folgenden Theile meiner Arbeit noch zurückzukommen hoffe.

II. Die staubige Verwesung des Holzes.

Es ist eine bekannte Sache, dass horizontal aufgestellte, der Atmosphäre ausgesetzte Balken nach einiger Zeit an einzelnen Orten grubenförmige Aushöhlungen bekommen, in welchen eine staubige, meist braungefärbte Masse sich vorfindet, die oft linien- bis mehrere Zoll lange, vollständig von dem Holzkörper getrennte Späne und Holztrümmer umgibt. Diese haben gleiche Farbe mit der Staubmasse und besitzen die Eigenthümlichkeit, schon bei ganz schwachem Drucke in Staub zu zerfallen. Ein solches Holzstück zeigt oft mit freiem Auge noch ganz ausgezeichnet die Structur des Holzes, zerfällt aber nichts destoweniger beim Zerreiben zwischen den Fingern in feinen Staub.

Ich nenne diese Art der Zerstörung die staubige Verwesung des Holzes. Ich habe dieselbe bis jetzt blos an Nadelhölzern beobachtet, und zwar an der Weisstanne (*Abies pectinata*), an der Fichte (*A. excelsior*), an der Kiefer (*Pinus silvestris*) und an der Schwarzföhre (*P. austriaca*).

Staubig verwestes Holz hat eine graugelbe, ochergelbe, hellbraune bis schwarzbraune Farbe. Das Pulver der schwarzbraun gewordenen Hölzer ist stets braun. — Auf frischer Schnittfläche zeigen solche Verwitterungsproducte einen bedeutenden Glanz, der sich in manchen Fällen (beim graugelb gewordenen Weisstannen- und tiefbraun gewordenen Rothtannenholze) bis zu deutlichem Seidenglanze steigert. An Radialschnitten tritt der Glanz deutlicher als auf Tangentialschnitten hervor.

Der Hergang dieser Verwesungsart ist folgender:

Die an der Atmosphäre liegenden Holzbalken bekommen bekanntlich beim Austrocknen in Folge ungleichmässiger Contraction Längsrisse, die oft ziemlich tief in die Holzmasse eingreifen. In den auf diese Weise entstehenden, nahebei horizontal verlaufenden Spalten, sammelt sich das Regenwasser an und bleibt hier in stunden-, oft tagelanger Berührung mit dem Holzkörper, der nun, entweder blos unter dem Einflusse des Wassers, oder was wahrscheinlicher ist, unter jenem von Wasser unter anderen der Atmosphäre angehörenden Körpern (Ammoniak, Kohlensäure) jene chemische und physicalische Umgestaltung erfährt.

Alle mikroskopischen Untersuchungen, die ich an staubigverwesten Hölzern anstellte, belehrten mich, dass die histologischen Verhältnisse der Elementarorgane bei diesem Verwesungsacte keine erhebliche Änderung erfahren haben; die Membranen der Zellen haben keine Änderung ihrer Structur aufzuweisen, und auch die Intercellularsubstanz hat sich vollständig erhalten.

Nur Eines ist in histologischer Beziehung unverkennbar, nämlich, dass die Frühlingslagen des Holzes in der Regel viel schneller diesem Verwesungsprocesse unterliegen, als die Spätlagen (Sommer- und Herbstlagen) desselben, so zwar, dass oft dünne Späne von Sommer- und Herbstholz in einer staubigen, blos aus zerfallendem Frühlingsholze entstandenen Masse zu liegen kommen.

Ich habe mich vollends durch mikroskopische Untersuchungen überzeugt, dass diese Zerstörungsart des Holzes weder durch vegetabilische noch durch animalische Organismen bedingt wird, ja sogar, dass nicht einmal, wie dies beim Vergrauen sehr häufig der Fall ist, solche Organismen als gewöhnliche Begleiter dieser Zerstörungsart auftreten. Ich habe staubig verwestes Tannenholz in grosser Menge mikroskopisch durchgeprüft und nicht eine Spur solcher Organismen darin aufgefunden. In schon halb zerfallenem staubig verwestem Fichtensalze fand ich manchmal Eier und Larven von Insecten.

Die Veränderungen, die das Holz bei der staubigen Verwesung erleidet, sind rein chemischer und physicalischer Natur.

Die Hygroskopicität eines staubig verwesten Holzes ist grösser als die jenes unveränderten Holzes, von dem das erstere abstammt.

Eine kleine Menge unveränderten Fichtenholzes von einem zum Theil in staubiger Verwesung begriffenen Balken genommen, wurde zerkleinert und gewogen. Das Gewicht der lufttrockenen Substanz betrug 1·114 Grm. Dasselbe wog, nachdem es im Luftbade bei 110° C. so lange getrocknet wurde, bis kein Gewichtsverlust sich ergab, 0·997 Grm., welches Gewicht einem Wassergehalt von 10·503 Pct. entspricht. — Lufttrockenes, staubig verwestes, demselben Balken entnommenes Holz wog 2·928 Grm., nach dem Trocknen im Luftbade 2·573 Grm., was einem Wassergehalte von 12·124 Pct. entspricht.

Der Aschengehalt eines staubig verwesten Holzes ist ein relativ grösserer, als der des unveränderten Holzes.

a) Lufttrockenes unverändertes Fichtenholz wog 1·114 Grm.
die Asche desselben wog . . . . 0·003 „
dies entspricht . . . . 0·269 Pct. Asche[1]).

b) Lufttrockenes, in den ersten Stadien der staubigen Verwesung befindliches, dunkel holzbraun gefärbtes, etwas brüchiges Fichtenholz, wog . 1·803 Grm.
die Asche desselben wog . . . . 0·010 „
dies entspricht . . . . 0·554 Pct. Asche.

c) Vollständig verwestes Fichtenholz, demselben Balken entnommen wie die Substanzen *a* und *b* 2·928 Grm.
Asche desselben . . . . 0·075 „
entspricht . . . . 2·568 Pct. Asche.

Die Dichte staubig verwester Hölzer ist um ein Bedeutendes geringer als die der unveränderten Hölzer.

Ich glaubte die Dichte der Hölzer am besten durch die absoluten Gewichte von Körpern, deren kubischer Inhalt sich leicht bestimmen lässt, ermitteln zu können. Zu diesem Behufe liess ich vom Mechaniker Herrn J. Lutz in Wien, einen Würfel von unverändertem Fichtenholze, von staubig verwestem Fichtenholze ein vierseitiges Prisma und einen Würfel schneiden, welche von demselben mit Genauigkeit ausgeführt wurden. Der aus unverändertem Fichtenholze angefertigte Würfel hatte einen kubischen Inhalt von 1 W. K.-Zoll und wog im lufttrockenen Zustande 9·336 Grm. Da der Wassergehalt dieses Holzes 10·503 Pct. beträgt, so besitzt der bei 110° C. getrocknet gedachte Würfel ein Gewicht von 8·356 Grm. Aus dieser Zahl berechnet sich das specifische Gewicht dieses Holzes, das specifische Gewicht des Wassers als Einheit angenommen, auf 0·457. — Der aus staubig verwestem Holze angefertigte Würfel hatte einen Körperinhalt von 144·69 W. K.-Lin. und wog lufttrocken 0·524 Grm. Bringt man den Wassergehalt von 12·124 Pct. in Rechnung, so ist das Gewicht des getrocknet gedachten Würfels gleich 0·461 Grm., mithin das specifische Gewicht dieses Körpers gleich 0·302 Grm. Das aus staubig verwestem Holze ange-

[1]) Die Procente sind auf die lufttrockenen Substanzen bezogen.

fertigte vierseitige Prisma hatte einen körperlichen Inhalt von 180·50 W. K.-Lin.; es wog in lufttrockenem Zustande 0·72 Grm., in getrocknetem Zustande 0·509 Grm., welche Zahl einem specifischen Gewichte von 0·295 Grm. entspricht.

Die chemischen Veränderungen, welche bei der staubigen Verwesung auftreten, bestehen darin, dass die Zellmembranen sich nach und nach in Huminkörper umsetzen.

Versuche, welche ich mit Chromsäure anstellte, machen es wahrscheinlich, dass die tertiären Membranen am spätesten eine chemische Umwandlung erleiden. Behandelt man dünne Längsschnitte aus staubig verwestem Tannenholze auf der Objectplatte mit concentrirter Chromsäure, so wird man mit Leichtigkeit bemerken können, wie die unter Mikroskop gelb erscheinende Flüssigkeit durch die Holzzellen durchfliesst, vor sich die Luft und die in Folge der Oxydation entstandenen Gase bei den Tüpfeln heraustreibt, und so von innen und aussen auf die Membranen wirkt. Nicht so bei den Markstrahlenzellen, welche selbst noch in staubig verwestem Holze undurchbrochene Wände besitzen. Diese Zellen werden durch die Chromsäure rasch isolirt und ihre Membranen, ganz regelmässig von aussen nach innen in Lösung übergeführt. Die tertiären Membranen dieser Zellen leisten der Einwirkung des Reagens am längsten Widerstand und liegen mit all' den Ein- und Ausstülpungen, welche sie bei der Überdeckung der secundären Verdickungsschichten besassen, in der nun grünlich gefärbten Flüssigkeit (Fig. 4 *c*, *d*). Während die secundären Verdickungsschichten der Markstrahlenzellen des staubig verwesten Holzes eher der Wirkung der Chromsäure erliegen, als jene des unveränderten Holzes, zeigen die tertiären Membranen dieser Zellen aus dem einen und dem andern Holze, diesem Reagens gegenüber, eine gleiche Resistenz. Die innersten Verdickungsschichten der Markstrahlenzellen (vielleicht auch die der Holzzellen) scheinen mithin bei der Umwandlung der Zellen in Huminkörper am spätesten an die Reihe zu kommen.

Ob irgend ein Holz bereits vollständig in staubige Verwesung übergegangen, lässt sich nicht durch blosse Anschauung bestimmen; manches Verwesungsproduct hat bereits das Ansehen eines staubig verwesten Holzes und lässt sich bereits in einer Reibschale zu feinem Pulver zerreiben und dennoch ist dasselbe oft noch nicht

vollends verwest, das heisst noch nicht ganz in Huminkörper umgewandelt. Behandelt man feine Längsschnitte, aus einem derartigen Holze angefertigt (man kann solche Längsschnitte am leichtesten dadurch herstellen, dass man das Holz vor Anwendung des Messers befeuchtet) mit Chromsäure bis die unter Gasausscheidung verblassenden und endlich farblos gewordenen Elemente des Holzes in der nunmehr grünen Flüssigkeit herumschwimmen, und ersetzt man, ohne das Deckglas abzuheben, das Reagens durch destillirtes Wasser, so kann man in diesen Zellresten sowohl durch Chlorzinkjodlösung, durch Jod und Schwefelsäure, als durch Kupferoxyd-Ammoniak die Gegenwart von Cellulose nachweisen. Selbst an einer und derselben Membranschicht erfolgt die Umwandlung des Zellstoffes in Huminkörper nicht überall in gleichem Grade. So fand ich, dass die äussere Partie des den Tüpfelhof bildenden Theiles der primären Wand am spätesten diese Umwandlung erleidet, indem dieselbe in ringförmiger Gestalt von der in Chromsäure verfliessenden Membran sich ablöst und diesem Reagens noch lange widersteht (Fig. 3 *b*).

Die Intercellularsubstanz staubig verwester Hölzer zeigt gegen Chromsäure, gegen das Schulz'sche Reagens, gegen Schwefelsäure und Alkalien dasselbe Verhalten wie der Zwischenzellstoff der unveränderten Hölzer. Beim Zerreiben der staubig verwesten Hölzer werden die Zellen derselben keineswegs isolirt; gerade an den Zellgrenzen ist der Zusammenhang im Holzkörper der innigste.

Ich theile hier noch einige makro-chemische Reactionen der in staubig verwesten Hölzern hauptsächlich auftretenden Stoffe mit, welche dazu dienen sollen, bestimmtere Kennzeichen für die diesem Verwitterungsprocesse unterlegenen Nadelhölzer zu liefern. Ich sage dies ausdrücklich, um nicht missverstanden zu werden, als wollte ich durch diese Reactionen gründliche Aufklärungen über die chemischen Umgestaltungen geben, welche die Stoffe der Zellen bei diesem Verwesungsacte erleiden; der gegenwärtige Stand der Kenntnisse über die Chemie der sogenannten Huminkörper ladet wahrhaftig noch nicht zu solchen Untersuchungen ein.

Die Reactionen, welche ich bei der Prüfung von staubig verwestem Tannen-, Fichten- und Föhrenholze erhielt, zeigten in qualitativer Beziehung keinen Unterschied.

Das fein gepulverte Verwesungsproduct wurde mit Wasser gekocht und filtrirt. Ich erhielt ein matt lichtbraun gefärbtes Filtrat, aus welchem sich beim Eindampfen lichtbraune Flocken absonderten, die, mit erwärmter Salpetersäure zusammengebracht, ein hellrothes Pulver abschieden. Diese Reaction deutet auf die Anwesenheit jenes in Wasser schwer löslichen Huminkörpers, welchen man als Ulminsäure beschreibt [1]).

Der nach dem Kochen mit Wasser zurückgebliebene Rückstand wurde mit einer concentrirten Lösung von kohlensaurem Natron gekocht und filtrirt. Ich erhielt hierbei einen tiefbraun gefärbten Rückstand (in Wasser und Alkalisalzen unlösliche Huminkörper: Humin? Ulmin? oder beide?) und ein tief rothbraunes Filtrat, aus welchem sich durch Salzsäure ein flockiger Niederschlag abschied, welcher, am Filter gesammelt, eine mattbraune Farbe zeigte. Selbst nach längerem Auswaschen desselben mit Wasser ging ein lichtbraun gefärbtes Filtrat ab; es war mithin im Niederschlage die in Alkalisalzen leicht, in Wasser schwer lösliche Ulminsäure vorhanden. Eine Partie des Niederschlages wurde mit erwärmter Salpetersäure zusammengebracht. Es fiel eine geringe Menge eines hellrothen Pulvers (Ulminsäure), die überwiegend grössere Masse des zur Reaction verwendeten Niederschlages löste sich unter Bräunung in der Säure, was auf die Gegenwart der sogenannten Geïnsäure hinwies.

Die in reinem Wasser leicht löslichen Huminkörper, Quellsäure und Quellsatzsäure konnte ich in staubig verwestem Holze nicht nachweisen.

Nach den oben gemachten Mittheilungen kann die staubige Verwesung nur den oberen Theil der Holzbalken zerstören, weil sich nur an den nach oben offenen Spalten des Holzes das atmosphärische Wasser ansammeln kann. Diese Zerstörungsart ist eine sehr gefährliche und zerstört ungemein rasch oft die ganze obere Hälfte der Nadelholzbalken; sie lässt sich jedoch auf eine einfache Weise, nämlich durch Ausfüllung der an den Holzbalken entstehenden, nach oben offenen Spalten mit einem schmelzenden Harze (Terpentinharz, Pech) oder einem ähnlichen Körper hintanhalten.

---

[1]) Vgl. Schlossberger, Lehrbuch der organischen Chemie. 1860, S. 233 ff.

III. Die Bräunung der Hölzer.

Es ist eine in den Alpen, besonders in der Nähe grosser Gebirgsseen (z. B. zu Halstatt in Ober-Österreich) überaus häufige Erscheinung, dass die, längere Zeit der Atmosphäre ausgesetzten Holzbauten eine merkwürdige Bräunung erleiden. Das Holz derselben nimmt an der Oberfläche eine rothbraune, anfänglich mit mattem Seidenglanze verbundene, später eine tiefbraune Färbung an. Diese „Bräunung" ist eine Zerstörungsart solcher Hölzer, welche sich in einer vorwiegend feuchten Atmosphäre befinden, oder überhaupt reichlich befeuchtet werden; sie kömmt nicht nur in waldreichen Gebirgsgegenden, sondern auch in ausgedehnten Auen der Niederungen vor. Auch bemerkt man nicht selten an der Nordseite von zum grossen Theil in Vergrauung begriffener Nadelholzpfählen und Nadelholzbalken, ebenso an den Unterflächen der letzteren häufig einzelne braune (nicht rothbraune) Stellen, an welchen diese Hölzer, wie genaue mikroskopische Untersuchungen lehren, in der in Rede stehenden Zerstörungsart begriffen sind.

Ich habe bis jetzt blos an Nadelhölzern, und zwar am Föhren-, Fichten- und Tannenholze Bräunung beobachtet.

Die chemischen Umwandlungen bei der Bräunung bestehen in einer Umsetzung der Cellulose der Zellmembranen in Huminkörper, wodurch die Wände der Holzzellen bei der Betrachtung unter Mikroskop eine gelbe bis lichtbraune Farbe erhalten. Behandelt man solche schon ganz braun gewordene Holzzellen auf der Objectplatte mit Chromsäure, so werden sie ohne merkliche Änderung ihrer Structurverhältnisse entfärbt. Wäscht man hierauf die Holzfasern mit Wasser sehr gut aus und behandelt sie hierauf mit Jod und Schwefelsäure, so färben sie sich violet bis tiefblau. Chlorzinkjodlösung färbt diese Zellreste violet, Kupferoxydammoniak bringt sie in Lösung; ein Zeichen, dass selbst bei so weit fortgeschrittener chemischer Umwandlung der Holzzellen noch unveränderter Zellstoff zurückgeblieben ist.

Ich habe durch Untersuchung eines gebräunten Fichtenholzes, von Halstätter Holzbauten herrührend, mich überzeugt, dass die Umsetzung der Zellmembranen in Huminkörper vornehmlich von aussen nach innen vorschreitet, so zwar, dass die tertiären Membranen am spätesten die Umwandlung zu bestehen haben. Ich

werde nämlich später Gelegenheit haben, nachzuweisen, dass die mechanische Zerstörung der Holzfaser von aussen nach innen vor sich geht. So kömmt es, dass an einzelnen Holzzellen stellenweise die tertiären Membranen ganz frei liegen oder nur von einigen wenigen der jüngsten secundären Verdickungsschichten überdeckt sind, während an änderen Orten derselben Zellen noch mächtige Lagen von älteren Verdickungsschichten, ja sogar manchmal noch die primäre Membran erhalten ist. Wenn man nun derartig demolirte Zellen mit Jod und Schwefelsäure behandelt, so werden die älteren Lagen der Zellen hierdurch ausschliesslich tief braun gefärbt, die tertiären Membranen und ihre Nachbarschichten fast ausnahmslos gebläut.

Die makrochemischen Reactionen, welche sich an gebräunten Hölzern ergeben, sind nicht nur für Fichten-, Föhren- und Tannenholz, sondern auch für äusserlich verschieden gefärbte Hölzer in qualitativer Beziehung die gleichen. In quantitativer Beziehung hingegen scheinen sich die verschiedenen gebräunten Hölzer wesentlich von einander zu unterscheiden. So fand ich, dass die Menge der in Wasser löslichen Huminkörper jener Hölzer, die im Hochgebirge gebräunt wurden, weitaus grösser ist als die Menge dieser Stoffe in auf flachem Boden braun gewordener Hölzer.

Beim Liegen des Holzes im destillirten Wasser erhält man eine braune (Hölzer von Halstatt und vom Königssee geben eine hellrothbraune Lösung) schwach sauer reagirende Lösung. In dieser Lösung konnte ich durch Salpetersäure keine Ulminsäure nachweisen; hingegen erhielt ich nach der Neutralisation der wässerigen Lösung mit kohlensaurem Ammoniak durch essigsaures Kupferoxyd einen lichtgrün gefärbten Niederschlag, der sich in Essigsäure vollständig auflöst. Die braune Lösung enthält mithin Quellsäure.

Die feinen, von der Oberfläche gebräunter Hölzer abgelösten Holzspäne, die an kochendes Wasser keine löslichen Huminkörper mehr abgeben, zeigen eine mattbraune Farbe. Ich kochte dieselben längere Zeit hindurch mit einer concentrirten Lösung von kohlensaurem Natron und erhielt eine braune Lösung, in welcher ich auf die in Alkalisalzen löslichen Huminsäuren reagirte. Durch Anwendung von Salpetersäure stellte es sich heraus, dass der durch Salzsäure aus der Sodalösung herausgefallene Niederschlag aus Ulminsäure und Geïnsäure bestand, von welchen jedoch die erstere in überwiegender Menge vorhanden war.

Das mit kohlensaurem Natron gekochte und an dasselbe keine Huminkörper mehr abgebende Holz wurde mit Wasser ausgekocht; es hatte hierbei die gewöhnliche Farbe des Holzes angenommen, nur zeigte es einen unbedeutenden Stich in's Graubraune, der entschieden von Spuren von Humin oder Ulmin herrührt. Durch Behandlung dieses Rückstandes mit verdünnter Kalilauge bleibt ein feinfaseriger, beinahe ungefärbter Körper zurück. Dieser besteht aus den ziemlich unveränderten, nunmehr grossentheils isolirten Zellen des Holzes, welche nach dem Auswaschen in Wasser mit Jod und Schwefelsäure, mit Chlorzinkjodlösung und mit Kupferoxyd-Ammoniak die bekannten Zellstoff-Reactionen geben.

Die histologischen Veränderungen, welche die Hölzer durch die Bräunung erleiden, anlangend, ist vorerst zu bemerken, dass aus den oberflächlichen Zellschichten die Intercellularsubstanz zum grossen Theile verschwunden ist, und die die gebräunte Holzfläche zusammensetzenden, ziemlich dicht aneinanderschliessenden Zellen nicht durch diese Substanz verkittet sind, sondern hauptsächlich durch Reibung der Zellmembranen aneinander haften. Hebt man nämlich einen der gebräunten Oberfläche parallel geführten Längsschnitt vom Holze ab, so lässt sich derselbe mit Leichtigkeit durch Anwendung der Präparirnadeln zertheilen. Bringt man dieses zerfaserte Gebilde unter das Mikroskop, so bemerkt man, dass nur mehr ein geringer Theil der Holzzellen mit einander verkittet ist. Weit vollständiger gelingt die Isolirung der Holzzellen, wenn das Holz einige Stunden hindurch in destillirtem Wasser gelegen. Dies lässt schliessen, dass der im gebräunten Holze vorkommende Rest von Intercellularsubstanz bereits eine chemische Umwandlung erlitten, indem selbe von Wasser schon nach kurzer Zeit in Lösung übergeführt wird, mithin sich wesentlich von dem Zwischenzellstoffe des unveränderten Holzes unterscheidet. Dies wird aber auf das Entschiedenste dadurch bestätigt, dass Kalilauge, welche die Intercellularsubstanz der Holzzellen des Nadelholzes bei kurzer Dauer der Einwirkung gar nicht oder nur unbedeutend angreift, zusehends unter dem Mikroskope die noch rückständigen Reste der Zwischensubstanz unter Entfärbung der Zellmembranen löst. Das Schulz'sche Reagens, ebenso die Chromsäure lösen sehr rasch die Intercellularsubstanz der gebräunten Hölzer, und wie ich mich überzeugt zu haben glaube, viel rascher als die Zwischensubstanz der unveränderten Hölzer.

Wenn man einen der gebräunten Fläche parallel geführten Tangentialschnitt, ohne denselben mit der Nadel zu theilen, betrachtet, so sieht man, dass jene bekannten länglichen, doppelt zugespitzt erscheinenden Räume, welche die Markstrahlenzellen beherbergen, deutlich vorhanden sind, dass dieselben aber keine Zellen einschliessen. Die Markstrahlenzellen fallen nämlich kurz nach Zerstörung ihrer Intercellularsubstanz aus dem Gewebe heraus. In den obersten Schichten eines gebräunten Holzes wird man in der Regel vergeblich nach Markstrahlenzellen suchen; in den tieferen Schichten, die sich erst in den Anfangsstadien der Bräunung befinden, sind sie noch vorhanden.

Haltbarer als die Markstrahlenzellen sind die Holzzellen bei der Bräunung. Bei genauer Betrachtung der isolirten Holzzellen eines braun gewordenen Holzes findet man, dass die Schichten der lichtbraunen Zellmembranen stark aufgelockert sind, wodurch eine beträchtliche Verkleinerung des Zelllumens bedingt wird. Die Aufblätterung der secundären Schichten ist oft so bedeutend, dass man von den Tüpfeln wenig oder gar nichts sieht (vergl. Fig. 5 und Fig. 7).

Die primäre Membran ist in den obersten Schichten gebräunter Hölzer selten mehr zu finden; wo sie vorhanden ist, zeigt sie bedeutende Zerklüftungen. Die Tüpfel sind von den Porencanälen aus zerklüftet. Sehr häufig sind benachbarte Tüpfel durch Klüfte verbunden, und gar nicht selten ist der Fall, dass solche von Tüpfel zu Tüpfel gehende Sprünge von einem Ende einer Holzzelle bis zum andern sich erstrecken (Fig. 10).

Am besten von allen Theilen der Zellwand ist die tertiäre Membran erhalten. Dieselbe ist an vielen Zellen oft lange Strecken hindurch blossgelegt (Fig. 6 und 8). Eine gründliche Durchprüfung der Objecte unter Mikroskop lehrt, dass die primären Membranen zuerst zerstört werden, und von hier aus die mechanische Zertrümmerung gegen die tertiäre Membran vorwärtsschreitet. Die Holzzellen fallen in der Regel nicht nur der Dicke, sondern auch der Länge nach zertrümmert vom Holzkörper ab.

Ich habe Fälle von weit fortgeschrittener Bräunung beobachtet, welche ohne alle Mitwirkung von Pilzen vor sich ging, eben so kenne ich Fälle von Vergrauung (silberweiss gewordenes Ahorn-

holz), in welchen nicht eine einzige Pilzspore an der Verwesung Antheil nahm. Vergrauung und Bräunung der Hölzer sind eben Zerstörungsarten der Hölzer, welche ihrem Wesen nach einzig und allein durch die atmosphärischen Wässer und Gase bedingt werden. Aber wie bei der Vergrauung überaus häufig durch die durchlöcherten Tüpfel und durch die Tüpfelrisse Pilzsporen in's Innere der Zellen gelangen und hier zur Entwickelung kommen, ebenso gelangen auch bei der Bräunung diese Organismen durch die Klüfte der Zellmembranen in die Zellen hinein (Fig. 6 *p*). Bei reichlicher Vermehrung der Sporen und mächtiger Entwickelung der Mycelien helfen sie die durch die Atmosphärilien von aussen angegriffenen Zellwände von innen her zertrümmern (Fig. 9). Die Hohlräume, welche durch das Ausfallen der Markstrahlenzellen zwischen den Holzzellen gebildet werden, sind nicht selten ganz und gar mit Pilzsporen angefüllt.

Nachschrift.

Meine Arbeit war bereits vollendet, als mir die jüngsthin im 3. Bande der Pringsheim'schen Jahrbücher erschienene Abhandlung: „Über die Veränderungen durch Pilze in abgestorbenen Pflanzenzellen“ von H. Schacht, welche in so innigem Zusammenhange mit meinen Untersuchungen über die Zerstörung der Hölzer steht, in die Hand kam. Obwohl die Schacht'sche Publication mit den im Vorstehenden beschriebenen drei Zerstörungsarten des Holzes, welche ihrem Wesen nach nicht durch Pilze, sondern durch die Atmosphärilien bedingt werden, in keiner näheren Beziehung steht, so finde ich doch eine auch von mir (an Zellen von vergrauendem Fichtenholze) gemachte Beobachtung in der genannten Schrift vor. Schacht fand nämlich, so wie ich, dass Pilze an den Innenwänden abgestorbener Holzzellen (er beobachtete dies an den Holzzellen von *Dracaena Draco*) sich entwickeln und gleichsam in die Zellwand einwachsend, nach ihrem Abfalle vertiefte Spuren in derselben zurücklassen. Die von mir als „Spiralgänge, welche durch die Entwickelung von Pilzen in die Zellmembran eingegraben wurden“ angesprochenen Spuren belegt Schacht mit dem sehr passenden Ausdrucke „Pilzbahnen“, den ich in der Folge gerne gebrauchen will.

In demselben Bande der Pringsheim'schen Jahrbücher (S. 357 ff.) finde ich auch eine vortreffliche Arbeit von W. Kabsch: „Untersuchungen über die chemische Beschaffenheit der Pflanzengewebe vor, deren, wenn auch zum grössten Theile auf einem andern, als dem von mir eingeschlagenen Wege erhaltene Resultate, dennoch mit den von mir erzielten in vielen Punkten übereinstimmen. Die Abhandlung des genannten Verfassers ist eine gründliche Kritik einiger Fremy'schen Arbeiten über die chemische Zusammensetzug der Pflanzengewebe, in welchen der letztere, all' den gründlichen hierüber von deutschen Forschern ausgeführten Untersuchungen entgegen, eine Reihe von Körpern aufstellt, welche die Membranen der verschiedenen Pflanzenzellen constituiren, und sich durch ihre Löslichkeitsverhältnisse in Reagentien (Kalilauge, Salzsäure, Schwefelsäure, Kupferoxyd-Ammoniak) von einander unterscheiden sollen. Die Rindenfaser der Bäume (Bast?), so wie die Baumwolle bestehen nach Fremy, wegen ihrer directen Löslichkeit in Kupferoxyd-Ammoniak aus Cellulose. Im Holze der Bäume (vergl. Fremy. Récherches sur la composition du bois. Mémoire lu à l'academie des sciences, séance du 2 Mai 1859) fehlt nach Fremy die Cellulose. Die Zellen des Markes und die Holzzellen, welche erst nach der Behandlung mit Reagentien durch Kupferoxyd-Ammoniak gelöst werden, bestehen aus unter einander und von der Cellulose verschiedenen Stoffen, für welche Fremy die Namen „Paracellulose“ und „Fibrose“ geschaffen; die Gefässe, deren Membranen selbst nach der Behandlung mit den stärksten Säuren durch Kupferoxyd-Ammoniak nicht in Lösung übergeführt werden, bestehen nach Fremy aus „Vasculose“. — Kabsch hat nun auf Grundlage von sowohl bereits vorhandenen, als auch von ihm eigens zu diesem Behufe angestellten Untersuchungen, die unter den deutschen Anatomen allgemein verbreitete Ansicht, dass die verschiedene Löslichkeit der Membranen von Gefässen, Holz- und Markstrahlenzellen in den Reagentien theils durch Infiltrationsproducte der Membran, theils durch Umsetzungsproducte des Zellstoffes der letzteren (Holzsubstanz) bedingt ist, und dass man durch Entfernung dieser Körper in allen Elementen des Holzes die Gegenwart eines und desselben Stoffes, der Cellulose, nachweisen kann, bestätigt. — Ich habe bei meiner Arbeit über die Zerstörung des Holzes die Fremy'schen Untersuchungen nicht im Auge gehabt. Jetzt aber, wo ich durch Kabsch's

Abhandlung genauer mit den Fremy'schen Arbeiten bekannt wurde, kann ich nicht umhin, angeregt durch die Kritik des erstgenannten Autors, die in vorliegender Abhandlung niedergelegten, auf die chemische Beschaffenheit der Gewebe Bezug nehmenden Beobachtungen den Fremy'schen Resultaten gegenüber zu stellen. — Ein Blick in die vorliegende Schrift zeigt, dass in den meisten zerstörten Zellen, sowohl in Holz- und Markstrahlenzellen, als auch in den Gefässen ein und derselbe die Membran zusammensetzende Körper vorkömmt, der so wie die von Fremy als Cellulose bezeichnete Substanz reagirt. Nicht nur in vergrauten Hölzern, deren Zellmembranen fast nur aus Cellulose bestehen, selbst in den gebräunten und staubig verwesten Hölzern lässt sich, in beiden letzteren Fällen nach Entfernung der Umsetzungsproducte der Zellmembran und der Intercellularsubstanz noch Zellstoff nachweisen. In diesen Fällen eine Umwandlung der Fibrose, Paracellulose und Vasculose Fremy's in die gewöhnliche Cellulose anzunehmen, und dieselbe auf Kosten der atmosphärischen Luft vor sich gehen zu lassen, wird wohl Niemanden in den Sinn kommen, wie denn gewiss auch Niemand eine Umwandlung der Vasculose u. s. w. durch Kochen in einem Gemisch von chlorsaurem Kali und Salpetersäure in Zellstoff für möglich halten wird. Es kann wohl kein Zweifel mehr darüber obwalten, dass in einem Falle durch die Atmosphärilien, im zweiten Falle durch das Schulz'sche Reagens eine Auflösung jener Substanzen der Zellmembran, die den Lösungsmitteln der Cellulose gleichsam den Weg versperren, eingetreten ist.

Aus der angezogenen Abhandlung ersehe ich ferner, dass Kabsch gleichzeitig mit mir eine kalte Lösung von Chromsäure als Mittel zur Entfernung der Intercellularsubstanz u. s. w. angewendet hat, und dass wir in unserem Urtheile über die Trefflichkeit dieses Reagens übereinstimmen. Nur muss ich erwähnen, dass ich, wenigstens nicht für alle Fälle, mich Kabsch anschliessen kann, wenn er (l. c. S. 391) sagt, dass die Chromsäure — wie auch ich beobachtete — die Zellmembran wohl von aussen nach innen zu zerstört, aber mit gleicher Schnelligkeit die inneren und äusseren Schichten der Zellwand auflöst. Ich habe nämlich durch Anwendung von Chromsäure an Markstrahlenzellen dieselbe Auffindung gemacht, die Kabsch an Holzzellen, die nach der Behandlung mit Kalilauge und Salzsäure mit Schwefelsäure versetzt wurden, machte. Es gelang

mir nämlich an diesen Objecten die innerste, die Porencanäle auskleidende Membran mit allen ihren Aussackungen frei zu legen, wobei ich mit Sicherheit beobachtete, dass dieses Häutchen, der Chromsäure gegenüber, sich viel resistenter als die älteren Zellstofflagen zeigte.

Über die chemische Constitution der innersten Zellwandschichte differiren Kabsch's Ansichten von den meinen. Ich kann mich der von Schacht und nunmehr auch von Kabsch vertretenen Ansicht, dass die tertiäre Membran aus reiner Cellulose besteht, nicht anschliessen, und halte auf Grund meiner Untersuchungen an Sanio's Ansicht (vgl. bot. Zeitung 1860, S. 201 ff.) fest. Auch nach meinen Beobachtungen besteht die tertiäre Verdickungsschicht wohl stets der Hauptsache nach aus Zellstoff, ist aber meist so wie die anderen Membranschichten, sei es mit Infiltrationsproducten, sei es mit Umsetzungsproducten des Zellstoffes verunreinigt. Doch zweifle ich gar nicht daran, dass die Beimengungen des Zellstoffes der tertiären Membran von jenen der anderen Verdickungsschichten sehr verschieden sind (in einigen Fällen fand ich, dass die tertiäre Membran stark mit Eiweisskörpern durchtränkt war), und nur so erkläre ich mir die von Kabsch gemachte Beobachtung, dass an vorerst mit Kalilauge und Salzsäure, dann mit Schwefelsäure behandelten Holzzellen, deren tertiäre Membran sich resistenter als die äusseren Membranschichten erwies. Ich glaube, dass in den so behandelten Zellen gerade die äusseren, der Schwefelsäure den geringsten Widerstand entgegensetzenden Schichten der chemisch-reinen Cellulose viel näher standen, als die so resistente innerste Membran. Ich habe mich nämlich überzeugt, dass chemisch-reine Cellulose (mit Sorgfalt aus Baumwolle dargestellt, oder bei der Vergrauung des Holzes aus der Zellmembran hervorgegangen) der concentrirten Schwefelsäure weniger Widerstand entgegensetzt, als ein nur in geringem Grade mechanisch verunreinigter Zellstoff, z. B. Baumwolle; die erstere wird, im trockenen Zustande, auf der Objectplatte mit dieser Säure zusammengebracht, momentan gelöst.

Erklärung der Figuren.

Fig. 1. *aa'*, *bb'*, *cc'* Holzzellen von der vergrauten Oberfläche eines Robinienholzes, mit Kupferoxyd-Ammoniak behandelt; *aa'* und *bb'* zeigen noch die primären Membranen *(p, p')*, die secundären *(q, q')* und tertiären *(r, r')* Verdickungsschichten. Bei *a'* und *b'* werden die Membranen durch das Reagens aufgelöst und verfliessen zu einer feinkörnig-schleimigen Masse; *cc'* zeigt nur mehr die primäre Membran *p''* und stellenweise Reste der Verdickungsschichten *(R, R')*; bei *c'* verfliesst die Zelle im Reagens.

„ 2. *a, b, c, d* Fragmente von Zellen von der vergrauten Fläche eines Fichtenholzbrettes. An einzelnen Stellen haften die grösstentheils gut erhaltenen primären Membranen noch an einander. Die Verdickungsschichten *(p* der Zelle *a)* sind abgebröckelt; *t* Tüpfel mit Tüpfelrissen; *t'* Tüpfelrisse; *R* Risse in der primären Membran; *m* Pilze im Innern der Holzzellen. *m'* Spiralgänge, welche durch die Entwickelung von Pilzen in die Zellmembran eingegraben wurden.

„ 3. Fragmente von Holzzellen eines staubig verwesten Fichtenholzes; *a* unverändert; *b* mit Chromsäure behandelt; *T* durchlöcherte Tüpfel; *t'* Reste der Tüpfel, welche bei der Behandlung mit Chromsäure von den Zellen sich loslösten, und sich resistenter als die anderen Partien der Membran zeigten.

„ 4. *a, b, c, d* Markstrahlenzellen eines staubig verwesten Tannenholzes, mit Chromsäure behandelt; *a* und *b* befinden sich in den ersten Stadien der Einwirkung, ihre Verdickungsschichten sind etwas aufgetrieben. An den Zellen *c* und *d* sind nur mehr Reste der Verdickungsschichten sichtbar; an einzelnen Stellen ist bereits die resistente tertiäre Membran *(t, t', t'')* mit den früher in die Porencanäle eingesenkten Ausstülpungen freigelegt.

Fig. 5—11 Holzzellen-Reste von der gebräunten Fläche eines Fichtenholzes. (Von Halstätter Holzbauten.)

Fig. 5. Holzzellen mit aufgetriebenen gut erhaltenen Verdickungsschichten. *m, n...s* Spuren von Tüpfelhöfen, die bei der Aufblätterung der Schichten sich verflachten.

„ 6. Die primäre Membran ist ganz verschwunden, Fetzen der secundären Schichten *(s)* umgeben die noch gut erhaltene tertiäre Membran *(t)*. Im Zelllumen befinden sich Pilze *(p)*.

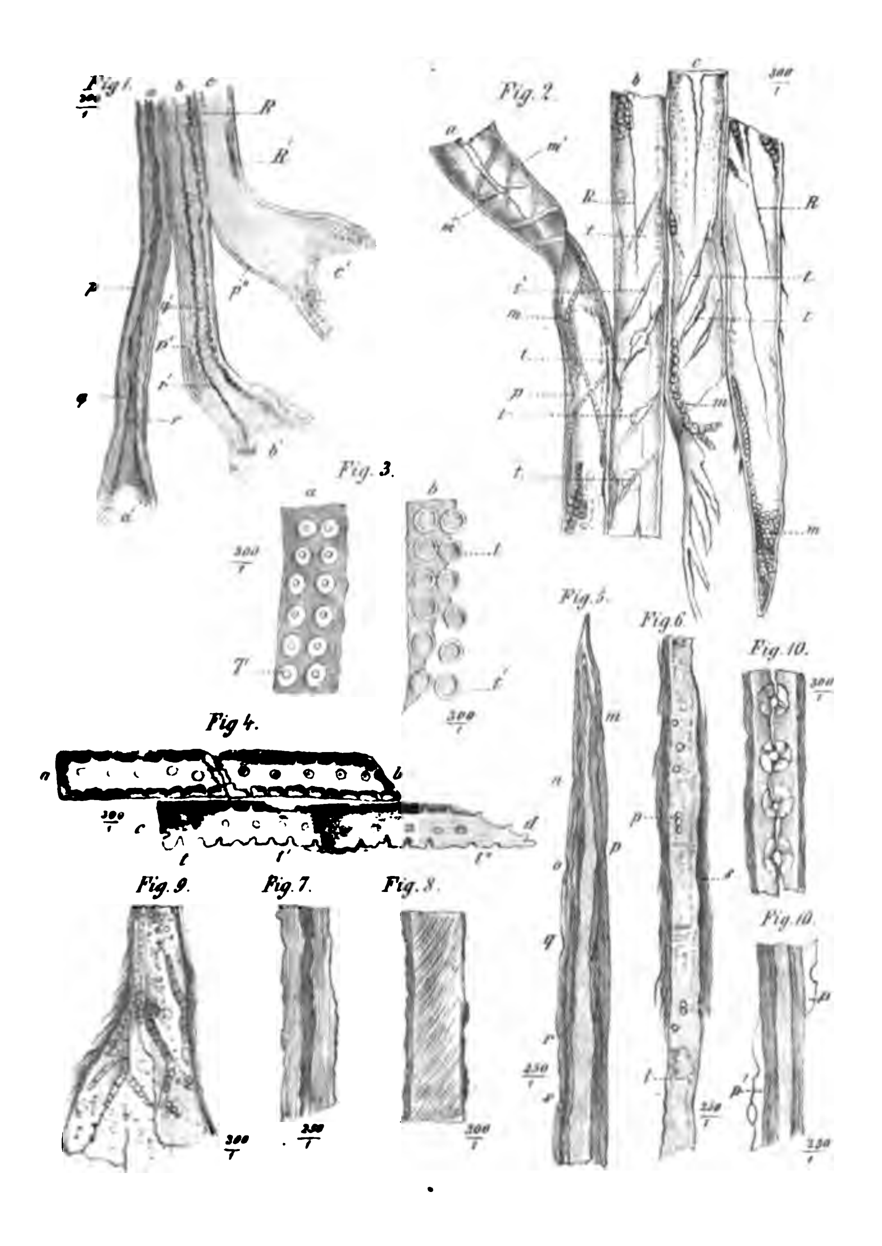
„ 7. Fragment einer Holzzelle, von der die ältesten Schichten abgewittert sind, und die durch Aufblätterung der Schichten eine Verkleinerung des Zelllumens erfuhr.

Fig. 8. Bruchstücke einer Zelle mit abgewitterten Verdickungsschichten; die unversehrte tertiäre Membran ist zum grossen Theile freigelegt, und zeigt eine spiralige Structur.

„ 9. Zellruine mit zersprengter tertiärer Membran und Resten secundärer Schichten, mit Pilzen erfüllt, die sich beim Feuchthalten der Zelle entwickelten und an der Zertrümmerung der Zelle theilnahmen.

„ 10. Fragment einer noch ziemlich wohl erhaltenen Holzzelle mit zersprengter primärer Membran. Die den Tüpfeln angehörigen Stellen der Membran sind zerklüftet und auch die einzelnen Tüpfel sind durch Sprünge mit einander verbunden.

„ 11. Zellstück mit stellenweise abgelöster durchlöcherter Membran *(p, p')*.



Tre-ner gez. Aus d. k. k. Hof- u. St.- Druckerei

II. SITZUNG VOM 14. JÄNNER 1864.

Das w. M., Herr Prof. H. Hlasiwetz in Innsbruck, übersendet die folgenden zwei Abhandlungen für die Sitzungsberichte:

„Über das Berberin", von Hlasiwetz und H. v. Gilm, und

„Über zwei neue Zersetzungsproducte aus dem Guajakharz" von Hlasiwetz und L. Barth.

Herr Hofrath Prof. Jos. Hyrtl legt eine Abhandlung vor „Über eine Eigenthümlichkeit des Schlundes von *Catla Buchanani*"; ferner eine zweite „Über das Verhalten der Leber-Arterie zur Pfortader bei Amphibien und Fischen".

Herr Director E. Fenzl macht eine Mittheilung aus einem Schreiben des c. M., Herrn Dr. J. J. Tschudi, über einen Fisch aus dem Rio Itajahy in Brasilien.

Herr Dr. F. Prym überreicht eine Abhandlung: „Neue Theorie der ultraelliptischen Functionen".

Herr Dr. H. Leitgeb legt eine Abhandlung: „Zur Kenntniss von *Hartwegia commosa*. Nees" vor.

Herr Dr. J. E. de Vry, Inspector für chemische Untersuchungen in Niederländisch-Indien, der eben auf einer Urlaubsreise in seine Heimath begriffen ist, macht eine Mittheilung „über die Cultur des Chinabaumes auf Java und mehrere andere dort vorkommende Droguen".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Astronomische Nachrichten. Nr. 1456. Altona, 1864; 4°.

Cosmos. XIIIe Année, 24e Volume, 2e Livraison. Paris, 1864; 8°.

Land- und forstwirthschaftliche Zeitung. XIV. Jahrg. Nr. 2. Wien, 1864; 4°.

Mondes. 2e Année. Tome III. 1re Livraison. Paris, Tournai, Leipzig. 1864; 8°.

Moniteur scientifique. 169e Livraison. Tome VIe, Année 1864. Paris; 4°.

Programm des k. k. Gymnasiums zu Feldkirch für das Schuljahr 186^2/$_3$. Innsbruck, 1863; 4°.

Reichsforstverein, österreichischer: Österreichische Viertel-jahresschrift für Forstwesen. XIV. Bd. Jahrgang 1864. 1. Heft. Wien, 1864; 8°.

Société Impériale des Naturalistes de Moscou: Bulletin. Tome XXXVI. Année 1863, No. 3. Moscou, 1863; 8°.

Wiener medizinische Wochenschrift. XIV. Jahrg. Nr. 2. Wien, 1864; 4°.

Wochen-Blatt der k. k. steierm. Landwirthschafts-Gesellschaft. XIII. Jahrg. Nr. 5. Gratz, 1864; 4°.

Über das Berberin.

Von H. Hlasiwetz und H. von Gilm.

Wir haben, nachdem wir in einer früheren Abhandlung gezeigt haben, wie sich durch die Einwirkung des Wasserstoffes ein neues Alkaloid aus dem Berberin gewinnen lässt, begabt mit stärker basischen Eigenschaften als dieses selbst, uns weiterhin zu Versuchen gewendet, aus den Zersetzungsproducten des Berberins Anhaltspunkte zur Beurtheilung seiner Constitution zu gewinnen.

In Berücksichtigung der Erfahrungen, die man in der letzten Zeit über Körper ähnlicher Art, z. B. das Piperin, gesammelt hat, welches unter dem Einflusse von Alkalien in eine Säure und ein Amin sich spaltet, haben wir auch das Verhalten des Berberins zuerst in dieser Richtung untersucht.

Wir erhielten ein Gemisch einer Lösung von Berberin in Weingeist mit einer concentrirten weingeistigen Kalilösung einen Tag lang im Sieden. Als hierauf der Weingeist abdestillirt wurde, blieb eine braune weiche Masse und eine darüber stehende eben so gefärbte wässerige Flüssigkeit. Die erstere erwies sich als eine unreine Verbindung von unzersetztem Berberin mit Kali, aus der sich das Berberin durch Behandeln mit Schwefelsäure und Ausziehen der zur Trockne gebrachten Salzmasse mit Alkohol dem grössten Theil nach wieder gewinnen liess, während ein anderer kleinerer Theil sich in der Flüssigkeit gelöst befand, die über der Berberin-Kalimasse stand.

Eine Spaltung war auf diese Weise nicht erzielt worden. Der Erfolg war nicht günstiger, als Lösungen von Berberin und Ätzkali in Weingeist in einer zugeschmolzenen Röhre erhitzt, einem höhern Druck ausgesetzt wurden.

Blosses Kochen, auch der concentrirtesten Laugen mit Berberin zersetzt es überhaupt nicht, oder nur sehr unvollkommen.

Schmilzt man dagegen Berberin mit Kalihydrat, so wird es völlig zersetzt. Die Zersetzung ist zwar, wie es scheint, eine sehr

tiefeingreifende, immerhin aber verdanken wir ihr die Kenntniss zweier Producte, deren Beschreibung wir im Folgenden geben.

Ein Theil Berberin wird in eine siedende Lösung von 3 Theilen Ätzkali in wenig Wasser eingetragen, und die Lauge in einer Silberschale kochend eingedampft.

Der Berberin ballt sich zu einer braunen harzartigen Masse zusammen, die sich in der Flüssigkeit nicht löst. Erst wenn das Wasser ziemlich vollständig verflüchtigt ist, kommt ein Punkt, wo die Masse homogen zu werden beginnt, und bald nach diesem Schmelzen tritt ein Schäumen ein, welches von einer Wasserstoffentwickelung herrührt. Dabei entwickelt sich ein bräunlicher Dampf von starkem, chinolinartigem Geruch.

Man nimmt dann vom Feuer, setzt vorsichtig Wasser bis zur völligen Lösung hinzu und sättigt oder übersättigt sie mit verdünnter Schwefelsäure bis zur entschieden sauern Reaction [1]).

Durch die Zugabe der Schwefelsäure fällt eine copiöse, schmutzigbraune, humusartige Masse heraus, die man abfiltrirt und mit siedendem Wasser auswäscht.

Die gelbe, ablaufende Flüssigkeit enthält nun die neuen Producte, die man in nachstehender Weise trennt.

Man dampft die Lauge vorsichtig bis zum feuchten Krystallbrei ein, zieht diesen mit starkem Alkohol aus, filtrirt, destillirt die Tinctur, nimmt den Rest der Destillation in wenig Wasser auf, und schüttelt ihn wiederholt mit Äther aus.

Das eine Product hat man nun in der ätherischen Lösung, das zweite in dem wässerigen Rückstande.

Man destillirt den Äther ab, löst das zurückbleibende in Wasser, verjagt durch Erwärmen die letzten Reste Äther und dampft wieder vorsichtig ein.

Bei gehöriger Concentration schiessen dann stark gefärbte, nadelförmige Krystalle an. Man presst sie von den Laugen ab, löst wieder in heissem Wasser und entfärbt mit Thierkohle. Ist die Lösung nicht zu verdünnt, so krystallisirt der Körper bald in vollkommen farblosen, zu Gruppen verwachsenen Nadeln, im Äussern der Gallussäure ähnlich.

---

[1]) Destillirt man diese abgesättigte Flüssigkeit, so erhält man ein Destillat von etwas fettsäureartigem Geruch, in welchem sich deutlich Cyanwasserstoff nachweisen lässt.

Um das zweite Product zu erhalten, verjagt man aus der mit Äther abgeschüttelten Flüssigkeit den Rest des Äthers durch Erwärmen, versetzt sie mit Sodalösung bis zur Neutralisation, filtrirt die herausfallenden röthlichen Flocken ab und fällt das Filtrat mit Bleizuckerlösung.

Der ausgewaschene bräunlich gefärbte Niederschlag wird mit Schwefelwasserstoff unter heissem Wasser gesetzt, die filtrirte Flüssigkeit stark eingedampft und die erhaltenen Krystalle mit Kohle behandelt. Die entfärbte Lösung krystallisirt für sich langsam, schnell hingegen, wenn sie mit einigen Tropfen Salzsäure angesäuert wird.

Die Krystalle sind kleine irisirende Blättchen oder Schüppchen, können mit kaltem Wasser auf dem Filter nachgewaschen werden und trocknen auf diesem unter starker Verminderung ihres Volums zu silberglänzender, leicht abhebbarer Masse ein.

Der erste, der auf diese Weise isolirten Körper bildet, wie schon erwähnt, Krystalle, die denen der Gallussäure gleichen; sie sind nicht sehr löslich in kaltem, leicht in warmem Wasser, und lösen sich auch leicht in Alkohol und Äther.

Die wässerigen oder alkoholischen Lösungen geben mit Eisenchlorid eine intensiv blaugrüne Färbung, die ein Zusatz von weinsaurem Ammoniak in eine blutrothe umwandelt.

Mit Kali übergossen, lösen sich die Krystalle leicht. Die Lösung färbt sich an der Luft schwach röthlich, weiterhin bräunlichgelb.

Concentrirte Schwefelsäure löst den Körper in der Kälte mit schwach gelber Farbe, beim gelinden Erwärmen wird die Flüssigkeit grün, und beim Verdünnen mit Wasser die grüne Lösung röthlich. Die wässerige Lösung des Körpers reagirt ziemlich sauer und schmeckt etwas süsslich.

Sie wird gefällt von Bleizuckerlösung und salpetersaurem Quecksilberoxyd. Sie reducirt salpetersaures Silberoxyd nicht in der Kälte, leicht beim Erwärmen, augenblicklich auf Zusatz von Ammoniak, sie reducirt ferner eine Trommer'sche Kupferlösung. Trocken destillirt gibt der Körper ein Öl, welches zum Theile krystallinisch erstarrt.

Bei der Analyse gaben:

a) Lufttrockene Krystalle:

I. 0·2744 Grm. Substanz 0·5153 Grm. Kohlensäure und 0·1334 Grm. Wasser.
II. 0·3180 „ „ verloren b. 100° anhalt. getrock. 0·0307 „ „
III. 0·3052 „ „ „ „ „ „ „ 0·0283 „ „

b) Trockene Substanz:

IV. 0·2729 Grm. gaben 0·5684 Grm. Kohlensäure und 0·1217 Grm. Wasser.
V. 0·2873 „ „ 0·5999 „ „ „ 0·1240 „ „

Hieraus berechnet sich:

a) Lufttrockene Substanz.

			Berechnet.		
C_8	— 96	—	51·6	—	51·2
H_{10}	— 10	—	5·4	—	5·4
O_5	— 80	—	—	—	—
	186				

			Berechnet.		II.		III.
$C_8H_8O_4$	— 168	—	—	—	—	—	—
H_2O	— 18	—	9·6	—	9·6	—	9·3

b) Trockene Substanz.

			Berechnet.		IV.		V.
C_8	— 96	—	57·1	—	56·8	—	56·9
H_8	— 8	—	4·8	—	4·9	—	4·8
O_4	— 64	—	—	—	—	—	—
	168						

Die Formel $C_8H_8O_4$ ist dieselbe, welche zuletzt Strecker für eine der drei, wie er annimmt, unter einander homologen Catechusäuren aufgestellt hat. Das Verhalten des Körpers stimmt auch mit dem der Protocatechusäure oder einer damit homologen ganz überein.

Diese Formel können wir auch noch durch die Analyse eines Bleisalzes unterstützen.

Dasselbe ist ein kreideweisser Niederschlag, der auf Zusatz einer Bleizuckerlösung zu einer Lösung der Säure entsteht. Es löst

sich in Essigsäure, konnte aber aus dieser Lösung nicht krystallisirt erhalten werden. Die Analyse gab uns:

I. 0·3023 Grm. bei 130° getr. Subst. gab. 0·2152 Grm. Kohls. u. 0·0365 Grm. Was.
II. 0·2768 „ „ „ „ „ „ 0·1875 „ Bleioxyd.

Diese Zahlen führen zu der Formel:

				$C_8H_7PbO_5 + Pb_2O$		
				Berechnet.		Gefunden.
C_8	—	96	—	19·5	—	19·4
H_7	—	7	—	1·5	—	1·3
Pb_2	—	310·5	—	62·7	—	62·3
O_5	—	80	—	—	—	—
		493·5				

Strecker fand für das Bleisalz seiner Protocatechusäure die Formel: $C_7H_5PbO_4 + Pb_2O$.

Der Darstellung anderer Salze stellten sich die Schwierigkeiten entgegen, wie man sie bei Säuren von dieser Art kennt, die zu bewältigen grössere Mengen Material nöthig sind, als wir besassen. (Wir erhielten aus dem Berberin nur 3 Pct. Ausbeute an dieser Säure.)

Bei der trockenen Destillation wurde ein Öl erhalten, welches theilweise schon im Retortenhalse erstarrte.

Der flüssiggebliebene ölige Theil durchzog sich nach tagelangem Stehen gleichfalls mit Krystallen.

Die Menge der Substanz, die wir für den Versuch noch verwenden konnten, war sehr gering, und wir müssen uns begnügen anzuführen, dass dieses Destillationsproduct in Wasser ziemlich leicht löslich ist, mit Eisenchlorid eine grüne, auf Zusatz von kohlensaurem Natron schön violet werdende Färbung gibt, und mit Bleizucker in der wässerigen Lösung ein weisser reichlicher Niederschlag entsteht.

Das zweite Zersetzungsproduct des Berberins ist gleichfalls eine Säure und bildet Blättchen oder Nadeln.

Die Blättchen erscheinen unter dem Mikroskop oft an den Rändern zerrissen, andere kahnförmig, die Nadeln sind meistens zu Sternen oder Kreuzen verwachsen. Sie lösen sich in Alkohol leicht, fast gar nicht aber in Äther. Vor Allem sind sie charakterisirt durch

eine äusserst intensive und sehr schöne violetrothe Färbung, welche selbst die verdünnteste Lösung derselben mit Eisenchlorid erzeugt. Salzsäure entfärbt eine so gefärbte Flüssigkeit.

Alkalien verändern die Säure nicht und zeigen keine Farbenerscheinungen.

Sie reducirt salpetersaures Silberoxyd beim Kochen, eine Trommer'sche Kupferlösung dagegen nicht.

Sie wird von Bleizucker und Quecksilberchloridlösung nicht gefällt. Basisch essigsaures Bleioxyd gibt eine weisse, schleimige Fällung.

Vorsichtig geschmolzen, erstarrt sie krystallinisch; nur wenig über ihren Schmelzpunkt erhitzt, bleibt sie firnissartig.

Weiterhin stösst sie brennbare, etwas aromatisch riechende Dämpfe aus, und hinterlässt eine leicht verbrennliche Kohle.

Erhitzt man sie in einer Röhre, so setzen sich an den Wänden sternförmige Krystalle an. Sprengt man die Röhre über der erhitzten Stelle ab, so findet man an dem Sublimat die Reactionen der früheren Substanz wieder.

Sie scheint also sublimirbar und destillirbar zu sein. Sie enthält Krystallwasser, nach dessen Verlust sie matt erscheint. Es entweicht bei 100° nicht so vollständig, als bei 130—135°. Wir haben auch von dieser Säure stets nur sehr kleine Mengen (im günstigsten Falle 2 Pct.) erhalten, und waren daher nicht im Stande ausführliche Versuche mit ihr anzustellen. Sie wurde für sich und in der Form ihrer Bleiverbindung analysirt, die am leichtesten ohne grossen Substanzverlust darstellbar schien.

Sie gibt übrigens noch andere Verbindungen mit Basen und besonders leicht eine mit Ammoniak, die krystallisirt ist. Wir geben unsere Analysen und eine daraus berechnete Formel, ohne uns für dieselbe endgiltig zu entscheiden. Wir werden, finden wir ein ausgiebigeres Verfahren für ihre Gewinnung, auf dieselbe zurückkommen und die Versuche vervollständigen.

Wir erhielten von

I. 0·2755 Grm. trockener Subst. 0·552 Grm. Kohlens. u. 0·1073 Grm. Wasser.
II. 0·2431 „ „ „ 0·493 „ „ „ 0·104 „ „
III. 0·4003 „ lufttrockener Substanz verloren bei 130° 0·034 „ „
IV. 0·2859 „ „ „ „ „ „ 0·0243 „ „
V. 0·3035 „ „ „ „ „ „ 0·0265 „ „

Hieraus lässt sich berechnen:

			Berechnet.		I.		II.
C_9	—	108	— 55·1	—	54·6	—	55·3
H_8	—	8	— 4·6	—	4·3	—	4·7
O_5	—	80	— —	—	—	—	—
		196					

			Berechnet.		III.		IV.		V.
$C_9H_8O_5$	—	196	— —	—	—	—	—	—	—
H_2O	—	18	— 8·4	—	8·5	—	8·5	—	8·7
		214							

Drei andere Analysen hatten ergeben:

C	53·3	—	53·5	—	54·2
H	4·3	—	4·5	—	4·3

Sie lassen vermuthen, dass sie einer unvollständig trockenen Substanz entsprechen, denn $2(C_9H_8O_5) + \frac{1}{2} H_2O$ verlangt $C_{53 \cdot 8}H_{4 \cdot 3}$

Bei der Analyse des Bleisalzes der Säure fanden wir:

0·2412 Grm. Subst. gaben (bei 130° getr.) 0·244 Grm. Kohlens. u. 0·370 Grm. Was.
0·195 „ „ „ 0·108 Grm. Bleioxyd.

Die Formel $C_9(H_6Pb_2)O_5$ verlangt:

				Berechnet.		Gefunden.
C_9	—	108	—	26·9	—	27·3
H_6	—	6	—	1·5	—	1·6
Pb_2	—	207	—	51·6	—	51·2
O_5	—	80	—	—	—	—
		401				

Bei der Behandlung der Säure mit trockenem Ammoniakgas in einer im Wasserbade erwärmten Röhre, fanden wir, nachdem zuletzt Luft anhaltend darüber geleitet war, eine Gewichtszunahme von 8·6 Pct.

8·7 drückt die berechnete Zunahme aus, wenn ein Äquivalent trockene Säure 1 Äquivalent Ammoniak absorbirt.

Auf das Angeführte beschränkt sich, was vorläufig über diese beiden Säuren mitgetheilt werden kann.

Die Formel der ersteren weist auf eine Homologie mit der Protocatechusäure oder eine ihrer Isomeren hin:

$C_7H_7O_4$ Protocatechusäure,
$C_8H_8O_4$ Säure aus dem Berberin.

Die andere würde, wenn sich die angenommene Formel bestätigt, mit der Opiansäure und Sinapinsäure homolog sein können.

$C_9\,H_8\,O_5$ Säure aus dem Berberin,
$C_{10}H_{10}O_5$ Opiansäure,
$C_{11}H_{12}O_5$ Sinapinsäure [1]).

Die Entstehung dieser Körper aus dem Berberin lässt sich noch nicht durch eine Gleichung ausdrücken.

Wir können noch nicht angeben, in welcher Form der Stickstoff austritt, und konnten noch nicht ermitteln, ob aus der braunen flockigen Masse, die sich beim Neutralisiren der Kalischmelze immer abscheidet, ein wesentliches Zersetzungsproduct sich im reinen Zustande gewinnen lässt. Ihre Menge ist zu beträchtlich, als dass man sie nicht berücksichtigen müsste.

Wir vermutheten, die beiden beschriebenen Säuren selbst könnten Producte einer secundären Zersetzung sein, und einen Körper voraussetzen, aus dem sie entstehen, wie die Protocatechusäure aus der Piperinsäure. Unsere Versuche in dieser Richtung wurden durch äussere Verhältnisse unterbrochen; sie sollen jedoch später wieder aufgenommen werden.

---

[1]) Ann. d. Chem und Pharmac. Bd. 84, S. 19.

Über zwei neue Zersetzungsproducte aus dem Guajakharz.

Von H. Hlasiwetz und L. Barth.

Eine frühere Untersuchung des Guajakharzes [1]) hat eine krystallisirte Säure kennen gelehrt, aus deren Zersetzung das Guajakol und das Pyroguajacin hervorgeht. Es lagen schon damals einige Beobachtungen vor, die zu einer Fortsetzung des Studiums dieser Säure sowohl wie des Harzes aufforderten, und wir theilen hier mit, wie durch die Einwirkung von schmelzendem Kali auf die Harzsäure ein Körper entsteht, dessen Auftreten unter den Zersetzungsproducten einer Harzsäure neu und interessant ist.

Als es sich gezeigt hatte, dass derselbe so wie aus der krystallisirten Harzsäure auch aus dem gereinigten Harze gewonnen werden kann, bedienten wir uns zu seiner Darstellung natürlich des letztern und befolgten dabei das nachstehende Verfahren.

Ein Theil Guajakharz wurde mit 3—4 Theilen Ätzkali, welches in sehr wenig Wasser gelöst war, in einer Silberschale erhitzt. So lange das Kali nicht als Hydrat schmilzt, schwimmt die Harzmasse zäh und klumpig auf der Lauge. Erhitzt man jedoch weiter, so löst sich dasselbe nach und nach unter Schäumen zu einer homogenen Masse auf.

In diesem Zeitpunkte muss man das Feuer entfernen, weil sonst leicht die Einwirkung mit einem Verkohlen und Verglimmen der Masse schliesst.

Man bringt sofort Wasser hinzu und versetzt die Lösung mit verdünnter Schwefelsäure bis zur entschieden sauren Reaction. Durch dieses Sättigen scheidet sich eine gewisse Menge einer schwarzen theerigen Masse ab, während man einen schwachen Geruch nach flüchtigen Fettsäuren wahrnimmt.

---

[1]) Ann. der Chem. und Pharm. Bd. 119, S. 266. — Akad. Sitzungsberichte. Bd. 43, S. 463. — Vergl. auch die vorläufige Notiz in Bd. 48, S. 1.

Man lässt erkalten, filtrirt durch ein nasses Filter, und schüttelt die Flüssigkeit so lange mit Äther aus, als dieser sich noch färbt.

Der Äther wird abdestillirt, der Rückstand mit Wasser verdünnt und mit essigsaurem Bleioxyd gefällt. Der gut gewaschene Niederschlag wird unter warmem Wasser mit Schwefelwasserstoff zersetzt.

Die beim Filtriren des Schwefelbleies ablaufende Flüssigkeit ist nur schwach gefärbt, sie wird eingedampft und der Krystallisation überlassen[1]).

Der ersten Krystallisation folgt eine zweite langsamere, wenn man die Mutterlaugen verdunstet. Die letzten, schon sehr braunen und dicken Antheile derselben wurden bei Seite gestellt. Diese erstarrten nach sehr langem Stehen breiartig, und waren erfüllt von einer weissen krümmlichen Ausscheidung, die einer zweiten Verbindung angehört, auf die wir zurückkommen.

Die Krystalle der ersten wurden noch mit Thierkohle behandelt. Sie sind farblos, gehören dem monoklinoëdrischen Systeme an und erscheinen unter dem Mikroskop als über einander geschobene Aggregate oder zerklüftete Nadeln. Mit einem Polarisations-Mikroskop betrachtet, zeigten sie keine Farbenerscheinungen.

Sie lösen sich in kaltem Wasser nicht ganz leicht, beim Erwärmen vollständig, und krystallisiren ziemlich bald wieder heraus. Sehr leicht lösen sie sich in Weingeist, weniger leicht, aber doch vollständig in Äther.

Ihre wässerige Lösung reagirt sauer und ist herbe süsslich von Geschmack. — Sie gibt mit Eisenchlorid eine sehr intensive, schön dunkel blaugrüne Färbung, die auf Zusatz von Alkalien dunkelroth wird. — Alkalien für sich färben die Lösung der Säure unbeträchtlich, wenn sie rein ist. Bemerkt man hierbei eine grüne Färbung, so rührt dies von einem Gehalte an der zweiten Substanz her, den man durch wiederholtes fractionirtes Umkrystallisiren beseitigen muss.

---

[1]) Die vom Bleiniederschlage abgelaufene Flüssigkeit enthält keinen wesentlichen Bestandtheil mehr. Wir haben uns trotzdem des Verfahrens bedient, die neue Substanz durch ihre Bleiverbindung abzuscheiden, weil wir fanden, dass auf diesem Wege die Reinigung derselben schneller und mit geringerem Verluste gelingt, als durch Krystallisiren und Entfärben mit Kohle.

Salpetersaures Silberoxyd bleibt in der Kälte unverändert, beim Erwärmen oder auf Zusatz von Ammoniak wird es reducirt. Eine alkalische Kupferoxydlösung bleibt beim Erhitzen klar. — Die Säure schmilzt bei 199° C. (uncorrig.). Trocken destillirt gibt sie ein schon im Halse der Retorte erstarrendes Öl.

Das Krystallwasser, welches sie enthält, entweicht bei 100°. Die Analyse führte zu der Formel $C_7H_6O_4 . H_2O$ für die lufttrockene, $C_7H_6O_4$ für die wasserfreie Substanz und dieselbe fanden wir in einigen Salzen wieder.

I. 0·301 Grm. trockene Subst. gaben 0·6005 Grm. Kohlens. u. 0·1111 Grm. Was.
II. 0·3048 „ „ „ „ 0·6085 „ „ „ 0·1112 „ „
III. 0·3387 „ „ „ verloren . . . . 0·0357 „ „
IV. 0·3484 „ „ „ „ . . . . 0·0367 „ „

			Berechnet.	I.	II.
C_7	=	84	54·5	54·4	54·5
H_6	=	6	3·9	4·0	4·0
O_4	=	64	41·6	—	—
		154	100·0		

			Berechnet.	III.	IV.
$C_7H_6O_4$	=	154	—	—	—
H_2O	=	18	10·4	10·5	10·5
		172			

Die Säure mit kohlensaurem Kalk gesättigt, gab ein undeutlich krystallisirendes Kalksalz, für welches gefunden wurde:

0·3158 Grm. (bei 130 getrock.) gaben 0·4894 Grm. Kohlens. u. 0·1127 Grm. Was.
0·2646 „ „ „ „ „ 0·094 „ schwefelsauren Kalk.

Damit stimmt die Formel $C_7H_5CaO_4 + 1\frac{1}{2} H_2O$.

			Berechnet.	Gefunden.
C_7	=	84	42·0	42·2
H_8	=	8	4·0	3·9
Ca	=	20	10·0	10·4
$O_{5·5}$	=	88		
		200		

Ein in derselben Weise dargestelltes Barytsalz war amorph, es gab bei 160° C. getrocknet 31·1 Pct. Barium. Die Formel $C_7H_5BaO_4$ verlangt 31·0 Pct.

Die Salze der Alkalien sind für die Analyse nicht geeignet.

Der kreideweisse Niederschlag, den Bleizucker in einer Lösung der Säure hervorbringt, ist amorph. Seiner Zusammensetzung nach ist er ein basisches Salz dieser Säure.

0·408 Grm. Subst. (bei 130 getr.) gaben 0·2809 Grm. Kohlens. u. 0·042 Gr. Was.
0·3647 „ „ „ „ „ „ 0·2518 „ Bleioxyd.

Diese Zahlen nähern sich der Formel $C_7H_5PbO_4 + Pb_2O$.

				Berechnet.		Gefunden.
C_7	=	84	—	17·5	—	18·7
H_5	=	5	—	1·0	—	1·1
Pb_3	=	310·8	—	64·8	—	64·1
O_5	=	80	—	—	—	—
		479·8				

Löst man dieses Salz in verdünnter Essigsäure, so krystallisirt aus der allmählich verdunstenden Lösung das einbasische Salz in wohl ausgebildeten kleinen Krystallen. Aus den Mutterlaugen schiessen andere Krystalle an, die viel bleireicher sind.

Das erstere Salz, bei 120° getrocknet, gab:

0·3054 Grm. Subst. gaben 0·3514 Grm. Kohlensäure und 0·0598 Grm. Wasser.
0·3177 „ „ „ 0·1414 „ Bleioxyd.

Die Formel $C_7H_5PbO_4 + H_2O$ verlangt:

				Berechnet.		Gefunden.
C_7	=	84	—	30·6	—	31·4
H_7	=	7	—	2·5	—	2·2
Pb	=	103·6	—	41·4	—	41·3
O_5	=	80	—	—	—	—
		274·6				

Das Product der trockenen Destillation der Säure erwies sich nach Eigenschaften und Zusammensetzung als Brenzkatechin.

0·3178 Grm. Subst. gaben 0·7592 Grm. Kohlensäure und 0·167 Grm. Wasser.

		$C_6H_6O_2$		Gefunden
C	=	65·4	—	65·1
H	=	5·4	—	5·8

Dem Angeführten zufolge hat unsere Säure dieselbe Formel wie die Protokatechusäure Strecker's, die Carbohydrochinonsäure von Hesse, die Oxysalicylsäure von Kolbe und Lautemann, die Hypogallussäure, welche Mathiesson und Foster als Zersetzungsproduct der Hemipinsäure erhalten haben [1]), und wie diejenige endlich, welche durch Spaltung des Maclurins (der sogenannten Moringerbsäure) mit Kalihydrat entsteht [2]).

Mit der letzteren Säure konnten wir sie direct vergleichen, und wir glauben behaupten zu können, dass sie mit ihr identisch ist.

Wir fanden alle qualitativen Reactionen vollständig dieselben, die gleichen Löslichkeitsverhältnisse und Schmelzpunkte [3]).

Verschieden war blos die äussere Form, in der das Kalk- und Barytsalz sich zeigten.

Diese Salze, mit der aus Maclurin bereiteten Säure dargestellt, krystallisirten ziemlich leicht und schnell, während das Kalksalz der Säure aus Guajakharz viel langsamer krystallisirte, das Barytsalz ganz amorph blieb.

Diese Verschiedenheit scheint jedoch nur von den Mengen abzuhängen, in welchen man die Salze darstellt.

Als wir eine kleinere Menge der erstern Säure zum Gegenversuch mit kohlensaurem Baryt absättigten, trocknete auch diesmal die Lösung beim Stehen amorph ein, während sie früher krümmliche Krystalle angesetzt hatte.

Charakteristisch für diese Salze ist die schön violete Färbung, welche ihre Lösungen auf Zusatz von Eisenoxydulsalzen annehmen. (In der frühern Abhandlung steht irrthümlich Eisenoxydsalzen.) Diese war bei beiden Säuren völlig gleich.

Bei der Beschreibung der Darstellung dieser Säure aus dem Guajakharze haben wir einer Substanz Erwähnung gethan, welche aus den letzten Mutterlaugen nach langem Stehen sich ausscheidet.

[1]) Annal. Supplem. I. S. 333 und II. 378.
[2]) Annal. Bd. 127, S. 351. Akadem. Sitzungsberichte. Bd. 47, S. 10.
[3]) In der Abhandlung über das Maclurin ist der Schmelzpunkt der durch Zersetzung mit Kali erhaltenen Säure falsch notirt (170° statt 199°).

Diese ist von der beschriebenen Säure völlig verschieden; wir erhielten sie jedoch nur aus dem Guajakharze, nicht, oder nur spurenweise aus der krystallisirten Harzsäure oder deren Kalisalz.

Wir haben sie so gereinigt, dass wir sie von den Mutterlaugen durch starkes Pressen zwischen Leinwand trennten, mit Thierkohle entfärbten, 5—6mal auflösten und sich wieder ausscheiden liessen.

Die Wiederholung dieser Operation ist nothwendig, weil ihr sonst leicht eine kleine Menge der ersteren Säure beigemengt bleibt, wie die Analysen der ersten herausgefallenen Partien zeigten, die immer niedriger im Kohlenstoffgehalte waren, als die letzten. Die Substanz theilt ziemlich die Löslichkeitsverhältnisse der erstern Säure. Im trockenen Zustande erscheint sie als ein weisses mehliges Pulver, welches unter dem Mikroskop kaum Spuren von Krystallisation zeigt. Die freiwillig verdunstende alkoholische Lösung trocknet warzig und rissig, firnissartig ein.

Die Menge der Substanz, die wir erhielten (aus einem Pfunde Harz kaum 3 Gramme), reichte zu einer vollständigen Untersuchung nicht aus.

Wir können für ihr Wiedererkennen daher vorläufig nur einige ihrer Reactionen anführen und verschieben ein eingehenderes Studium auf später.

Das auffallendste Verhalten zeigt sie gegen Alkalien Selbst die geringsten Spuren geben, in wässeriger Lösung damit vermischt und der Luft ausgesetzt, eine prächtig smaragdgrüne Färbung, die bald sehr intensiv wird. Durch diese Reaction dürfte sie, wo sie sich auch finden mag, besonders charakterisirt sein.

Ihre wässerige Lösung gibt ferner mit Eisenchlorid eine olivengrüne, auf Zusatz von Sodalösung schön violetroth werdende Färbung.

Sie reducirt salpetersaures Silberoxyd beim Erwärmen, bei Zusatz von Ammoniak schon in der Kälte.

Mit einer Trommer'schen Kupferlösung erhitzt, scheidet sich Kupferoxydul aus.

Essigsaures Bleioxyd erzeugt in der wässerigen Lösung einen weissen, beim Erhitzen der Flüssigkeit grünlich werdenden, in Essigsäure leicht löslichen Niederschlag.

Concentrirte Schwefelsäure löst die Substanz mit röthlicher Farbe, die beim Stehen grünlich und beim Erwärmen gelbgrün

wird. Auf Zusatz von Braunstein färbt sie sich in der Kälte olivengrün, in der Wärme schmutzigroth.

Die Analysen der bei 150° getrockneten Substanz haben ergeben:

I. 0·3079 Grm. Subst. gaben 0·7326 Grm. Kohlensäure u. 0·1766 Grm. Wasser.
II. 0·3106 „ „ „ 0·7360 „ „ „ 0·1790 „ „

		In 100 Theilen:		
		I.		II.
C	=	64·89	—	64·62
H	=	6·37	—	6·40

Formeln, welche diesen Zahlen entsprechen, wären:

$$C_9H_{10}O_3,\quad C_{12}H_{14}O_4,\quad C_{15}H_{18}O_{10}.$$

Sie verlangen

		$C_9H_{10}O_3$		$C_{12}H_{14}O_4$		$C_{15}H_{18}O_{10}$		Gefunden.
C	=	65·1	—	64·9	—	64·7	—	64·8
H	=	6·0	—	6·3	—	6·5	—	6·4

Der Körper ist eine Säure und zersetzt kohlensaure Salze ziemlich leicht. Versuche, krystallisirte Verbindungen zu erhalten, die wir freilich nur mit sehr kleinen Mengen Substanz anstellen konnten, waren indess bis jetzt vergeblich.

III. SITZUNG VOM 21. JÄNNER 1864.

Herr Prof. Dr. Fr. Rochleder in Prag übersendet eine Abhandlung: „Über die Constitution organischer Verbindungen und Entstehung homologer Körper".

Herr Bergrath Fr. Ritter v. Hauer übergibt im Namen des Herrn Hofrathes W. Haidinger eine Abhandlung betitelt: „Der Meteorstein von Beauvechin bei Tourinnes-la-Grosse (Tirlemont) im k. k. Hof- Mineraliencabinete".

Herr Prof. E. Brücke legt eine Abhandlung: „Über den Nutzeffect intermittirender Netzhautreizungen" vor.

Herr Dr. A. Boué liest eine Abhandlung: „Über den albanesischen Drin und die Geologie Albaniens, besonders seines tertiären Beckens".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Abhandlungen aus dem Jahre 1862. Berlin, 1863; 4°. — Kirchhoff A., Studien zur Geschichte des griechischen Alphabets. (Aus den Abhandlungen 1863); 4°. — Preisfrage der physikal.-mathem. Classe für das Jahr 1866.

— der Wissenschaften, Königl. Bayer., zu München: Sitzungsberichte. 1863. II. Heft 1 & 2. München, 1863; 8°. —

— Königl. Schwed., zu Stockholm: Handlingar Ny Följd. IV Bd., 1. Hft. 1861. 4°. — Öfversigt. XIX. Årgången 1862. Stockholm, 1863; 8°. — Meteorologiska Jakttagelser i Sverige. III. Bd., 1861. Stockholm, 1863; Querquart. — *Crustacea decapoda podophthalma marina Sueciae etc. enumerat A. Geös. (Acad. Scient. Suec. propos. die 14. Januarii 1863.)* 8°. — Mitglieder-Verzeichniss.

American Journal of Science and Arts. Vol. XXXVI, No. 107 & 108. New Haven, 1863; 8°.

Annalen der Chemie und Pharmacie, von Wöhler, Liebig und Kopp. II. Supplementband, 3. Heft. Mit 1 Tafel. Leipzig und Heidelberg, 1863; 8°.

Argelander, F. W. A., Atlas des nördlichen gestirnten Himmels für den Anfang des Jahres 1855. V. Lieferung, enthaltend die Blätter Nr. 25, 28—31, 34—40. Bonn, 1859; Fol.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1457—1458. Altona, 1864; 4°.

Bibliothèque Universelle de Genève: Archives des sciences physiques et naturelles. N. P. Tome XVII°, No. 71—72. Genève, Lausanne, Neuchatel, 1863; 8°.

Blanchet, Rodolphe, Lettres adressées à la Gazette de Lausanne sur les maladies des plantes et sur l'hygiène de l'homme et des animaux. Lausanne, 1863; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LVII, No. 26. Paris, 1863; 4°.

Gesellschaft, Naturforschende, in Emden: 48. Jahresbericht, 1862. Emden, 1863; 8°.

— Deutsche geologische: Zeitschrift. XV. Bd., 3. Heft. Berlin, 1863; 8°.

— Schweizerische naturforschende: Verhandlungen. 1862. 46. Versammlung. Luzern; 8°. — Chr. Christener. Die Hieracien der Schweiz. Mit 2 Tafeln. (Aus dem Programm der Berner Cantonsschule für 1863.) Bern, 1863; 4°.

— physikalisch-medicinische: Würzburger naturwissenschaftliche Zeitschrift. IV. Bd., I. Hft. Würzburg, 1863; 8°. — Würzburger medicinische Zeitschrift. IV. Bd., 3. & 4. Hft. Würzburg, 1863; 8°.

Grunert, Joh. Aug., Archiv der Mathematik und Physik. XLI. Theil, 2. Heft. Greifswald, 1864; 8°.

Jahrbuch, Neues, für Pharmacie und verwandte Fächer, von F. Vorwerk. Bd. XX, Heft 5 & 6. Speyer, 1863; 8°.

Land- und forstwirthschaftliche Zeitung. XIV. Jahrg. Nr. 3. Wien, 1864; 4°.

Loots. Zeitschrift für Naturwissenschaften. XIII. Jahrg. November und December 1863. Prag; 8°.

Marey, E. J., Physiologie médicale de la circulation du sang, basée sur l'étude graphique des mouvements du coeur et du pouls artériel avec application aux maladies de l'appareil circulatoire. Avec 235 figures. Paris, 1863; 8°.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt. Jahrg. 1863. XII. Heft. Gotha; 4°.

Mondes. IIe Année, Tome III, 2e Livraison. Paris, Tournai, Leipzig, 1864; 8°.

Societas regia scientiarum Upsalensis: Nova Acta. Seriei tertiae Vol. IV. Fasc. II. 1863. Upsaliae; 4°.

Société geologique de France: Bulletin. Tome XX°. Feuilles 31—48. Paris, 1862 à 1863; 8°.

Verein der Freunde der Naturgeschichte in Meklenburg: Archiv. 17. Jahrg. Neubrandenburg, 1863; 8°.

— für vaterländische Naturkunde in Württemberg: Württembergische naturwissenschaftliche Jahreshefte., XIX. Jahrgang. 1. Hft. Stuttgart, 1863; 8°.

Wiener medizinische Wochenschrift. XIV. Jahrg., Nr. 3. Wien, 1864; 4°.

Zeitschrift für Chemie und Pharmacie, von E. Erlenmeyer. VI. Jahrgang, Heft 20. 1863; VII Jahrgang, Hft. 1 & 2. Heidelberg, 1864; 8°.

— des österr. Ingenieur-Vereines. XV. Jahrgang, 10. & 11. Heft. Wien, 1863; 4°.

Über die Constitution organischer Verbindungen und Entstehung homologer Körper.

Von dem w. M. M. Dr. Friedrich Rochleder.

Ich habe der kais. Akademie der Wissenschaften eine Abhandlung im Jahre 1853 vorzulegen die Ehre gehabt, in welcher ich meine Ansichten über die Constitution der organischen Verbindungen ausgesprochen habe. Sie befindet sich abgedruckt in den Sitzungsberichten der kais. Akademie, December 1853.

Es ist bei dem ununterbrochenen Fortschritte der Wissenschaft eine Nothwendigkeit, dass sich diese Ansichten ändern, dass neue Ansichten die Stelle der früheren einnehmen.

In der erwähnten Abhandlung habe ich die Ansicht ausgesprochen, dass homologe Verbindungen diejenigen sind, in welchen Wasserstoff durch Methyl ersetzt ist, ich habe gesagt, dass Äthyl nichts anderes sei als Methyl, in dem ein Äquivalent Wasserstoff substituirt ist durch ein Äquivalent Methyl. Dass die Essigsäure Ameisensäure sei, in der ein Äquivalent Wasserstoff durch ein Äquivalent Methyl vertreten ist, ergab sich daraus als nothwendige Folge.

Kolbe hat im Jahre 1854 diese Ansicht ebenfalls ausgesprochen. Ich schreibe diese Zeilen keineswegs, um hier einen Prioritätsstreit in's Werk zu setzen. Kolbe war durch seine Arbeiten, die eben so mühevoll als lohnend waren, zu dieser Ansicht geführt worden, und Niemand weiss diese Arbeiten mehr zu schätzen als ich allein ich finde mich genöthigt davon zu sprechen, weil Herr Erlenmeyer in einer „Bemerkung zu einem Vortrage von Carius über die Ursache der Homologie“ in der Zeitschrift für Chemie und Pharmacie, die er unter Mitwirkung von Fachmännern herausgibt, den Herrn Professor Kolbe als den Ersten bezeichnet, der diese Ansicht ausgesprochen habe (im Jahre 1854). Dass Kolbe seine Ansicht, zu welcher er durch seine Arbeiten gekommen war und geführt wurde, kurz nach mir und ohne meine Abhandlung noch gelesen zu haben, aussprach, kann keinen Grund zu Reclamationen

von meiner Seite geben, wohl aber fühle ich mich berechtigt, dem Herrn Erlenmeyer zu rathen, ehe er Geschichte schreibt, vorerst Geschichte zu lernen.

Nachdem Kolbe die ebenso einfache als wahrscheinliche Ansicht ausgesprochen hatte, dass die Ameisensäure nichts als Kohlensäure sei, deren eines extraradicale Sauerstoffatom durch Wasserstoff ersetzt sei, schien es mir angezeigt, diese Anschauungsweise consequent durchzuführen.

Wenn die Ameisensäure nicht das Radical C_2HO_2, sondern das Radial C_2O_2 enthält, einerseits mit einem Äquivalent Wasserstoff, anderseits mit einem Äquivalent Sauerstoff verbunden, so ist es gerechtfertigt zu sagen, das Methyl ist nicht das Radical des Holzgeistes oder Methyloxydes, sondern das Methyloxyd und der Holzgeist enthalten das von C_2O_2 abgeleitete Radical C_2H_2, in dem Methyloxyd einerseits mit einem Atom Wasserstoff, anderseits mit einem Atom Sauerstoff verbunden, d. h. die Formel des Methyloxydes ist $H\frown C_2H_2\frown O$, die des Holzgeistes $H\frown C_2H_2\frown OOH$.

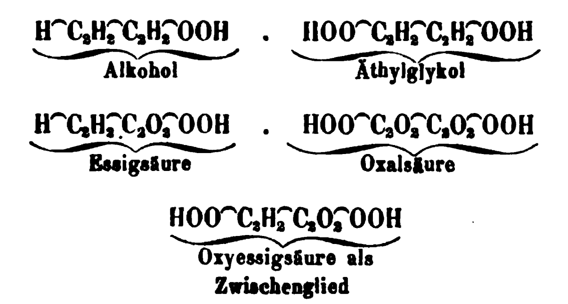
Niemand hält das Zinnoxydul für das Radical des Zinnoxydes, obwohl es durch Zufuhr von Sauerstoff in Zinnoxyd übergeht und das Zinnoxyd durch Verlust von Sauerstoff zu Zinnoxydul wird. Es ist nun ebensowenig gerechtfertigt von einem Radical Methyl zu sprechen. Das Radical Methyl kann nur als Verbindung des Radicales C_2H_2 mit einem Äquivalent Wasserstoff angesehen werden, wie das Sumpfgas als eine Verbindung des Radicales C_2H_2 mit 2 Atomen Wasserstoff.

Dem zu Folge muss die Essigsäure $H\frown C_2H_2\frown C_2O_2\frown OOH$ der Weingeist $H\frown C_2H_2\frown C_2H_2\frown OOH$ geschrieben werden. Es entstehen also die homologen Verbindungen, indem das zweiatomige Radical C_2H_2 sich in die Verbindungen einschiebt.

Die Untersuchungen von Kolbe über die gleichzeitige Einwirkung von Kohlensäure und einem Alkalimetalle auf organische Substanzen, die von Catton mit Erfolg weiter ausgedehnt wurden, sprechen zu Gunsten dieser Ansicht.

Wirkt Kohlensäure bei Gegenwart von Natrium auf Alkohol, so entsteht Milchsäure. $O\frown C_2O_2\frown O$ und $H\frown C_2H_2\frown C_2H_2\frown OOH$ wirken in der Weise, dass ein extraradicales Sauerstoffatom der Kohlensäure sich mit dem extraradicalen Wasserstoffatom des Alkohols zu Wasser verbindet, während das zweite extraradicale Sauerstoffatom mit dem

Kohlensäureradicale verbunden bleibt, das sich an das Radical C_2H_3 des Alkohols anlegt. $HOO^\frown C_2O_2^\frown C_2H_2^\frown C_2H_2^\frown OOH$ ist Milchsäure, nach einer Seite eine einbasische Säure, nach der andern Seite ein einatomiger Alkohol, wie Wislicenus bewiesen hat. Ganz analog ist die Zusammensetzung der Oxyessigsäure: $HOO^\frown C_2O_2^\frown C_2H_2^\frown OOH = C_4H_4O_6$. Bei der Einwirkung von Kohlensäure auf Alkohol bei Gegenwart von Natriumamalgam wird die Kohlensäure reducirt, das Radical C_2O_2 schiebt sich in die Zusammensetzung des Alkohols ein. $C_2O_2 + H^\frown C_2H_2^\frown C_2H_2^\frown OOH$ gibt $H^\frown C_2H_2^\frown C_2H_2^\frown C_2O_2^\frown OOH = C_6H_6O_4$ oder Propionsäure. Demnach stellt sich die Beziehung des Alkohols und des Äthylglykols einfach dar:



Ich habe in der oben erwähnten Abhandlung von lückenhaften Verbindungen gesprochen. Dieser Ausdruck ist durch Jahre hindurch nicht weiter gebraucht worden, erst in letzter Zeit hat sich Wurtz desselben bedient und ebenso Kekulé. Ich habe an meiner im Jahre 1853 gegebenen Vorstellung einige Änderungen für nöthig gefunden.

Ich glaube, dass man zwei Classen von Verbindungen unterscheiden muss, die durch die Leichtigkeit, womit sie Elemente direct aufnehmen, um in constantere Verbindungen überzugehen, so wie durch ihre leichte Veränderlichkeit vor anderen Substanzen sich auszeichnen [1]).

Die eine Classe dieser Körper besteht aus Substanzen, welche nicht vollkommen gesättigt erscheinen, die wirklich lückenhaft sind.

---

[1]) Ich habe mich überzeugt, dass Pectin durch Natriumamalgam entwickelten Wasserstoff aufnimmt; mit der Untersuchung dieses Vorganges bin ich eben beschäftigt.

Cyan ist eine Verbindung von einem Atom des fünfatomigen Stickstoffes mit C_2, das vieratomig ist und erst durch Aufnahme von K oder sonst einem Metall oder H wird auch die fünfte Affinitätseinheit des Stickstoffes gesättigt, es entsteht $N\left\{\begin{matrix}C_2\\H\end{matrix}\right.$ oder $N\left\{\begin{matrix}C_2\\M\end{matrix}\right.$. Die Cyansäure $N\left\{\begin{matrix}C_2O_2\\H\end{matrix}\right.$ ist eine lückenhafte Verbindung, es können die beiden mit dem fünfatomigen Stickstoff verbundenen Substanzen, das zweiatomige Kohlensäureradical und der Wasserstoff nur 3 von 5 Affinitätseinheiten sättigen. Die zweite Classe ist nach meiner Überzeugung ganz davon verschieden. Da finden sich keine Lücken vor, es sind dagegen in den dahin gehörigen Körpern Radicale enthalten, die ich ineinander geschobene Radicale nennen möchte. Als Beispiel mögen der Essigsäurealdehyd und die Acrylsäure sammt den abgeleiteten Körpern dienen.

Die Entstehung von Aldehyd $= C_4H_4O_2$ durch Destillation von ameisensaurem und essigsaurem Alkali, durch Entziehung von 2 Äquivalenten Wasserstoff aus Alkohol $= H^\frown C_2H_2{}^\frown C_2H_2{}^\frown OOH$ der leichte Übergang in Essigsäure $H^\frown C_2H_2{}^\frown C_2O_2{}^\frown OOH$ durch Aufnahme von 2 Atomen Sauerstoff erklären sich gleich einfach, wenn man die Zusammensetzung des Aldehydes durch die Formel $H^\frown C_2\left\{\begin{matrix}C_2H_2\\OOH\end{matrix}\right.$ ausdrückt. Der Aldehyd ist dieser Formel nach ein Hydrat, wie der Alkohol oder die Essigsäure, er enthält die 4 Affinitätseinheiten seines Kohlenstoffkernes durch ein Atom Wasserstoff, ein Atom Sauerstoff und ein Atom des zweiatomigen Radicales C_2H_2 neutralisirt. Allein es gelingt leicht das ineinander geschobene Radical in C_2H_2 und C_2O_2 oder C_2H_2 und C_2H_2 durch Zufuhr von 2 Atomen Wasserstoff oder Sauerstoff überzuführen. Tritt H_2 an den vieratomigen Kohlenstoffkern, so entsteht das zweiatomige Radical C_2H_2 und aus $H^\frown C_2\left\{\begin{matrix}C_2H_2\\OOH\end{matrix}\right.$ wird $H^\frown C_2H_2{}^\frown C_2H_2{}^\frown OOH$. Wird O_2 zugeführt, so entsteht aus $H^\frown C_2\left\{\begin{matrix}C_2H_2\\OOH\end{matrix}\right.$ die Essigsäure $H^\frown C_2H_2{}^\frown C_2O_2{}^\frown OOH$.

Der Aldehyd der Propionsäure ist consequent nach der Formel $H^\frown C_2H_2{}^\frown C_2\left\{\begin{matrix}C_2H_2\\OOH\end{matrix}\right.$ zusammengesetzt. Der damit gleich zusammengesetzte Allylalkohol würde in seiner Constitution der Formel $\left.\begin{matrix}C_2H_2\\H\end{matrix}\right\}C_2\left\{C_2H_2{}^\frown OOH\right.$ entsprechen. Alle vier Affinitätseinheiten des Kohlenstoffkernes sind hier durch 1 Äquivalent H, das zweiatomige

Radical C_2H_2 und durch das zweite Äquivalent des Radicales C_2H_2, das nach der anderen Seite mit 1 Atom Sauerstoff verbunden ist, gesättigt. Der ungemein leichte Übergang des Allylalkohols in Propylaldehyd ist nach der von diesem Aldehyd gegebenen Formel $H\frown C_2H_2\frown C_2\begin{cases}C_2H_2\\ OOH\end{cases}$ von selbst erklärlich, es findet eine einfache Verschiebung eines Wasserstoff- und eines Sauerstoffatomes Statt.

Die Überführung desselben in Propylalkohol gelingt desshalb wie die des Propylaldehydes in diesen Körper durch directe Wasserstoffzufuhr.

Die Constitution der Acrylsäure wird demnach durch die Formel $\left.\begin{matrix}C_2H_2\\ H\end{matrix}\right\} C_2 \left\{ C_2O_2\frown OOH \right.$ repräsentirt. Es ist daraus die leichte Spaltung in Essigsäure und Ameisensäure unter Einwirkung von Alkalihydraten ersichtlich.

Die Entstehung des Aceton aus Essigsäure führt zu der Formel

$$H\frown C_2H_2\frown C_2\begin{cases}C_2O_2\frown H\\ H\\ H\end{cases}.$$

Durch Aufnahme von H_2 entsteht daraus

$$H\frown C_2H_2\frown C_2\begin{cases}C_2H_2\frown OOH\\ H\\ H\end{cases},$$

ein vom Propylalkohol $H\frown C_2H_2\frown C_2H_2\frown C_2H_2\frown OOH$ verschiedener Körper, der durch Oxydation wieder in Aceton übergeht.

(Die Fähigkeit des Aceton, sich mit doppelt schwefeligsaurem Alkali zu verbinden, die ich damals durch das Experiment nachgewiesen hatte, als die öfter erwähnte Abhandlung über die Constitution der organischen Verbindungen publicirt wurde und sich daselbst angemerkt findet, ist später noch von zwei Chemikern entdeckt worden.)

Es muss übrigens noch ein von dem Aceton, dem Propylaldehyd und Allylalkohol verschiedener Körper $C_6H_6O_2 = H\frown C_2H_2\frown C_2O_2\frown C_2H_2\frown H$ existiren, ausser dem Äther des Propylglykols, der $= O\frown C_2H_2\frown C_2H_2\frown C_2H_2\frown O$ ist.

Die Bildung von homologen Körpern scheint in den Pflanzen in zwei auf einander folgenden Perioden unter Umständen in drei Phasen vor sich zu gehen.

Denken wir uns die Ameisensäure, entstanden aus Wasser und Kohlensäure, die ihren Sauerstoff ausser dem Radicale abgegeben

hat, so wird die Essigsäure daraus nicht entstehen, indem C_2H_2 in die Zusammensetzung der Ameisensäure eingeht, sondern aus Ameisensäure wird Methylalkohol entstehen und aus diesem durch Aufnahme von C_2O_2 die Essigsäure u. s. w. Ebenso kann aus Ameisensäure durch Aufnahme von C_2O_2 die Oxalsäure sich bilden und diese die entsprechenden Veränderungen durch Reduction erleiden.

Neben den Reductionsprocessen, welche in einer Auswechslung von Sauerstoff gegen Wasserstoff bestehen, wodurch z. B. aus Ameisensäure Methylalkohol gebildet wird, aus Nelkensäure $= C_{20}H_{12}O_4$ der Kohlenwasserstoff $C_{20}H_{16}$ entsteht u. s. w., gehen noch andere Reductionserscheinungen vor sich, die in einer reinen Sauerstoffentziehung bestehen. So wird Weinsäure zu Äpfelsäure in den Früchten von *Sorbus aucuparia* (Liebig), in dieser Weise entsteht die Bernsteinsäure neben der Äpfelsäure in dem Kraut des Wermuths. So bildet sich in den Gewürznelken wahrscheinlich aus dem Caryophyllin $= C_{20}H_{16}O_2$ eine Portion des sauerstofffreien Öles $= C_{20}H_{16}$.

Auch directe Aufnahme von Wasserstoff hat in den Pflanzen Statt. So wird aus Angelicasäure die neben ihr gefundene Valeriansäure in einigen Pflanzen entstanden gedacht werden müssen.

Es ist nicht wahrscheinlich, dass bei den Versuchen, die Kolbe und Catton angestellt haben, es in allen Fällen gleichgiltig ist, ob Kohlensäure auf eine Substanz bei Gegenwart von Kalium oder Natrium, Calcium oder Magnium einwirkt. Versuche werden das bald entschieden haben. Es ist dieses vielleicht der Weg zur Erkenntniss, warum manche Verbindungen in den Pflanzen nicht ohne die Gegenwart gewisser Bodenbestandtheile gebildet werden können, warum in manchen Pflanzen Kali durch Natron oder Kalk durch Bittererde ersetzt werden kann, in anderen nicht.

So sehr ich überzeugt bin, dass das Atomgewicht des Kohlenstoffes doppelt so hoch ist, als es früher angenommen wurde, dass also das, was ich in diesen Zeilen durch C_2 ausgedrückt habe, richtiger durch Ꞓ oder C bezeichnet wird, so habe ich doch anderseits aus guten Gründen die Verdoppelung des Sauerstoffatomgewichtes nicht acceptirt. So lange es Salze in Menge gibt, die 3 oder 5 oder 7 u. s. w. Atome HO enthalten, so lange man wegen der Menge von Krystallwasser die Formeln solcher Salze verdoppeln müsste, wogegen alle anderen Gründe sprechen, so lange ist es nicht angezeigt, das Wasser $H_2Θ$ zu schreiben. Wenn eingewendet wird, wie

Buttlerow gethan hat, dass nicht einzusehen ist, wodurch ein Atom Wasser, wenn dieses HO ist, mit anderen Oxyden, die vollkommen gesättigte Verbindungen darstellen, zu einem Ganzen zusammengehalten wird, so ist darauf zu erwiedern, dass die Verdoppelung des Atomgewichtes des Sauerstoffes und des Wassers es denn doch nicht erklären würde, warum das saure oxalsaure Kali sich mit Oxalsäurehydrat oder das schwefelsaure Kali mit schwefelsaurer Thonerde verbinden kann. Was hält in dem Doppelsalz von Cyankalium mit Jodquecksilber die beiden Salze zusammen? Wenn O oder S u. s. w. mit einem Elemente oder Radicale verbunden sind, so legen sich andere Verbindungen, die O oder S extraradical enthalten, an, weil O oder S durch die Verbindung mit einem elektro-negativen Elemente oder Radicale elektro-positiv, durch Verbindung mit einem elektropositiven Elemente oder Radicale elektro-negativ werden. O mit K verbunden und O mit H verbunden machen, dass das Kalihydrat bestehen kann, indem das an K und das an H gebundene O nicht gleichwerthig sind.

In dieser Beziehung könnte allerdings das Kalihydrat KΘH geschrieben werden. Aber aus demselben Grunde kann Wasser nicht HΘH oder Kali KΘK geschrieben werden, denn Θ, welches mit einem Äquivalent K oder H verbunden ist, kann nicht elektro-positiver oder negativer sein als Θ, welches mit einem zweiten Atom Kalium oder Wasserstoff vereinigt ist.

Wenn Äther $\left.\begin{matrix} C_4H_5 \\ C_4H_5 \end{matrix}\right\}\Theta$ und Alkohol $\left.\begin{matrix} C_4H_5 \\ H \end{matrix}\right\}\Theta$ und Wasser $\left.\begin{matrix} H \\ H \end{matrix}\right\}\Theta$ geschrieben wird, so ist nicht einzusehen, warum Wasser und Alkohol mit Chlorphosphor neben Oxychlorphosphor 2 Äquivalente Salzsäure oder ein Äquivalent Salzsäure und ein Äquivalent Chloräthyl geben, während Äther sich nicht ändert, wenn er mit Chlorphosphor behandelt wird. Da, wie das Verhalten des Weingeistes zeigt, die geringe Affinität des Äthyls zum Chlor nicht die Ursache sein kann, so ist bei der gleichen Anordnung es unbegreiflich, warum Äther mit Chlorphosphor nicht zwei Äquivalente Chloräthyl liefert. Wo fertiges Wasser vorhanden ist, dort wirkt der Chlorphosphor, wo es nicht vorhanden ist, kann er nicht darauf wirken. Diese Erklärung scheint mir einfach. Die Verdoppelung des Wassers zu $H_2\Theta$, weil es meist in dieser Masse wirkt, würde uns nöthigen z. B. die Formel des Bittermandelöles zu verdreifachen, weil es zu 3 Atomen mit

Ammoniak in Wechselwirkung tritt; dass man die Formeln der wasserfreien Säuren und Oxyde verdoppelt, ist keine Nothwendigkeit, und nachdem die Körper zu einander eine um so grössere Affinität haben, je verschiedener ihre Grundeigenschaften sind, so ist es die nothwendige Folge, dass sich ein Körper nicht einfach mit sich selbst verbinden kann, sondern nur mit einer Portion, die durch Verbindung mit einem andern ihre Natur verändert hat. Sauerstoff kann sich nicht mit Sauerstoff aber mit Wasser, mit Baryt, mit Kali u. s. w. vereinigen.

Dass die wasserfreien Säuren nicht die Eigenschaften haben, die wir an den Hydraten finden, dass viele davon mit Basen sich nicht direct vereinigen, beweist weiter nichts, als dass die Verbindung zweier Körper andere Eigenschaften hat, als jeder der beiden Körper für sich. NO_5 hat andere Eigenschaften als NO_5OH (oder $NO_4\Theta H$, wenn man es so schreiben will). NO_5OK oder $NO_4\Theta K$ hat andere Eigenschaften als NO_5CaO u. s. w. Dass viele Verbindungen durch Substitution leicht sich darstellen lassen, die direct nicht zu erhalten sind, ist gewiss. In einem Hydrat ist das Wasser leicht substituirbar durch eine Base KO, NaO u. s. w. Wir können Chlor nicht direct mit Kohlenstoff verbinden, aber leicht durch Chlor den Wasserstoff in einer Verbindung des Kohlenstoffes mit Wasserstoff substituiren und so eine Verbindung des Kohlenstoffes mit Chlor darstellen, die sich direct nicht gewinnen lässt.

Der Meteorstein von Tourinnes-la-Grosse, bei Tirlemont im k. k. Hof-Mineralien-Cabinete.

Bericht von dem w. M. W. Haidinger.

Jeder Meteorsteinfall ist doch immer ein wahres Ereigniss! Voll Anregung für Forscher in dem Gegenstande, vielleicht noch niemals so lebhaft als in dem gegenwärtigen Augenblicke.

Am 7. December gegen 11½ Uhr hatte in Belgien ein Meteorsteinfall stattgefunden.

Die ersten Nachrichten in der „*Indépendance belge*“ vom 18. December 1863, welche uns zukamen, mir freundlichst mitgetheilt von Herrn Karl Ritter v. Hauer, gaben die Nähe von Tirlemont, die Gegend zwischen Tirlemont und Cumptich, das Plateau der Hesbaye an. Gleichzeitig mit der Absendung der zweiten Mittheilung von Herrn Julius Schmidt, welche ich an die hochverehrte Classe am 8. Jänner vorgelegt hatte, an Herrn Quetelet, in der Voraussetzung, dass ihm gewiss Steine oder doch Bruchstücke zu Gebote stehen würden, hatte ich auch ihm eine Bitte um freundliche Berücksichtigung der Meteoriten-Sammlung unseres k. k. Hof-Mineralien-Cabinets vorgetragen. Auch das freundliche Fürwort unseres hochgeehrten wirklichen Mitgliedes, Freiherrn Karl v. Hügel, hatte ich mir erbeten. Gestern Abends erhielt ich von letzterem mit einem freundlichen Schreiben und Einschluss einer Mittheilung von Herrn Quetelet, das vorliegende Exemplar. Es hat ein Gewicht von 3⅝ Loth (63·438 Grm.). Es ist 2½ Zoll lang, 1½ Zoll breit, ¾ Zoll dick, auf einer der flachen Seiten mit der dünnen mattschwarzen Rinde zu drei Viertheilen bedeckt, die letztere etwa ½ Millim., etwa 1/50 Zoll dick.

Es ist ein Bruchstück eines grossen Steines, wohl auf zwölf Kilogrammen geschätzt. Herr Van Beneden in Löwen hatte Nachricht an Herrn Quetelet gegeben, er hatte auch einige Bruchstücke erhalten, und von diesen war das eine, welches nun an uns freundlichst gesandt worden ist.

Der Fall selbst war bei wolkenlosem Himmel von einem starken, ungewöhnlichen, weithin hörbaren Getöse, wie vier bis fünf starke Kanonenschüsse und dann mehrere Minuten lang andauerndem Geknatter begleitet. Der eigentliche Ort des Falles ist Beauvechin [1]) in der Nähe von Tourinnes-la-Grosse. Der Stein war auf Steinpflaster aufgefallen und war in Trümmer zerschellt, aber auch die Pflastersteine waren zertrümmert worden. Ein kleines Mädchen, das den Stein fallen sah, wollte Bruchstücke aufheben, aber sie waren so heiss, dass sie dieselben nicht in der Hand halten konnte. Ich gab hier nur das Auffallendste, da wir doch von den Anwohnern umfassende Berichte erwarten dürfen. Unter anderm schrieb Herr Professor Armand Thielens von Tirlemont an Herrn A. Senoner, dass er eine längere Abhandlung über den Fall von „zwei Aërolithen“ an Herrn Quetelet gesandt.

In den „*Mondes*“ vom 24. December 1863 — 22 e *livraison* gab Herr Florimond von Löwen einen ziemlich ausführlichen Bericht, in welchem von einem ganz umrindeten Stein von mehr als 6 Kilogr., der in einen Wald fiel und eine Tanne von 26 Centim. (9·88 Zoll) Umfang, (3·14 Zoll Durchmesser), 2 Meter 28 Centim. (5 Fuss, 2 Zoll) über der Erde nett entzwei schlug. Der andere Stein war zertrümmert. Das specifische Gewicht fand er 3·76.

Herr Daubrée hatte das grösste der von Herrn Saemann an Ort und Stelle bei den Bewohnern, welche sich nach dem Falle in denselben theilten, aufgesuchten und aufgekauften Bruchstücke in der Sitzung der *Académie des sciences* am 4. Jänner vorgezeigt. Nach einer Mittheilung von Herrn Saemann an Herrn Director Hörnes wiegt dieses Stück 1300 Grm. (2 Pfund, 10¼ Loth). Er besass ausserdem noch 1200 Grm. in mehreren Bruchstücken. Dieses grössere Stück ist für die Meteoriten-Sammlung des *Muséum d'histoire naturelle* in Paris angekauft worden. In jenem Sitzungsberichte kommt die Angabe vor, der Stein habe im Falle einen Baum getroffen, und sei von einem Aste zum andern gefallen, ohne mehr als die Rinde abzuschürfen, so dass er, wie dies von Herrn Daubrée bemerkt, nicht mit einer planetaren Geschwindigkeit angekommen sein kann. Man kann sie selbst nicht mit der einer Kanonenkugel, etwa 1400 Fuss in einer Secunde, vergleichen,

[1]) Nach den genauen Erhebungen von Herrn Armand Thielens fiel bei Beauvechin kein Stein. Siehe Sitzung vom 4. Februar. Wien, am 30. März 1864. W. Haidinger.

auch kam, wie Herr Daubrée hervorhebt, der Schall vor dem Steine, die Geschwindigkeit des letzteren war also gewiss geringer als die des Schalles, 1050 Fuss in der Secunde. Nähme man 1000 Fuss Geschwindigkeit, so würde dies einer Fallhöhe von 13.385 Fuss aus einem Ruhepunkte in 32·26 Secunden entsprechen. Bei einer Annahme der Geschwindigkeit von 800 Fuss hätte man 8566 Fuss Höhe und 25·81 Secunden Zeit. Alles dies, obwohl mit Decimalen als Rechnungsergebniss vorgelegt, ist wohl nur sehr annähernd. Doch möchte so viel ganz klar hervorgehen, dass die ursprüngliche kosmische Geschwindigkeit gänzlich durch den Widerstand der Atmosphäre aufgehoben sein muss, wenn solche unbedeutende Fallgeschwindigkeiten in Rede stehen.

Die Bildung der Rinde aber gehört ja nicht diesem tellurischen Theile der Bahn, sondern dem vorhergehenden kosmischen an, vor den Schallerscheinungen, die von der plötzlichen Erfüllung eines wahren Vacuums herrühren, und richtiger Detonationen als Explosionen genannt werden.

Ich darf wohl hier volle Bestätigung für die Nachweisungen finden, welche ich in unserer Sitzung am 14. März 1861 gegeben: „Über die Natur der Meteoriten nach ihrer Zusammensetzung und Erscheinung (Sitzungsberichte, Bd. XLIII, S. 389), auch zum grössten Theile in dem „*Philosophical Magazine (Nov. and Dec. 1861)*, und theilweise in den *Comptes rendus* vom Monate September desselben Jahres.

Die Masse des Meteoriten selbst ist, wie sie Daubrée gut charakterisirt, von der gewöhnlichsten Art derselben, Silicatgestein mit eingesprengten Körnchen von nickelhaltigem Eisen und Schwefeleisen. Der Ton der grauen Farbe reiht sie in Freiherrn v. Reichenbach's zweite Sippe, die wie gewöhnlich durch einzelne runde und eckige Körnchen die meteoritisch-tuffartige Structur beurkunden, in Gustav Rose's Abtheilung der „Chondrite“. In dem vorliegenden Exemplare hat eine der eingeschlossenen Schwefeleisen- oder Troilit-Massen einen Durchmesser von einem Viertelzoll nach jeder Richtung. Nebst dem gewöhnlichen, unvollkommen muscheligen Bruche zeigen sich auch ebene, grössere, spiegelnde Flächen, wie von Theilbarkeit oder Zusammensetzung.

Wenn ich oben erwähnte, dass vielleicht noch niemals die Zeit so voll Anregung für Forscher gewesen wäre, welche Meteore und

Meteoriten mit grösster Aufmerksamkeit verfolgen, so möchte ich als Belege hervorheben, nicht nur wie es uns selbst Jahr für Jahr, seit dem ersten Verzeichnisse der Meteoriten-Sammlung des k. k. Hof-Mineralien-Cabinetes, das ich in unserer Sitzung vom 7. Jänner 1859 mit 137 Falltagen und Fundorten von Meteorsteinen und Meteoreisenmassen vorlegte, gelungen ist, ansehnliche Vermehrungen bis zu 200 Nummern am 30. Mai 1863 zu verzeichnen, welchen seitdem noch mehrere gefolgt sind, sondern dass auch in anderen Museen die grössten Fortschritte gemacht wurden. Vor Allem besitzt das Britische Museum unter Herrn N. S. Maskelyne's erfolgreichster Waltung die reichste Sammlung überhaupt nach Anzahl und Gewicht, von 75 Localitäten im Jahre 1859 bis zu 216 am 1. August 1863, und seitdem bis 12. December noch um 3 Nummern vermehrt, die königliche Universitätssammlung in Berlin unter Gustav Rose am 9. April erhalten, 153 Nummern, in der königlichen Universitätssammlung zu Göttingen unter Wöhler, am 1. Jänner 1864 139 Orte, aber unter eben denselben auch ein Bruchstück des eben heute in Rede stehenden Meteoriten „Tirlemont" von dem Falle am 7. December. Ferner erhielt ich vor einigen Tagen das erste Verzeichniss, 86 Nummern, das von den Meteoriten des *Muséum d'histoire naturelle* bekannt gemacht wird, unter Leitung des Herrn Daubrée, der nun ebenfalls diesen Zweig der Aufsammlungen und Studien erfolgreich zu fördern begonnen hat. Ein Beweis liegt hier bereits vor, in dem Ankaufe des grössten von den Meteorsteinen von Tourinnes-la-Grosse.

Noch das Shepard'sche Verzeichniss muss ich erwähnen, 142 Orte aber schon vom 29. Juni 1860, die also jetzt wohl recht sehr vermehrt sein müssen, wie denn Herr Dr. Otto Buchner in seinem Werke „die Meteoriten in Sammlungen" bereits 151 anführt. Dort auch R. P. Greg mit 191, Freiherr v. Reichenbach mit 176, seitdem ebenfalls vermehrt.

Hier ist die geologisch-mineralogisch-chemische Richtung vorherrschend.

Aber welche gewaltige Bewegung ist nicht auch jetzt in der astronomischen Richtung, in der *Physique du Globe*, mit Quetelet, Duprez, Sir John Herschel, Alexander Herschel, Greg und dem Committee der British Association, Heis, Julius Schmidt, H. A. Newton, B. V. Marsh, Lyman, Evans, Lawrence

Smith, auch der verewigte Herrick gehört dieser Zeit an, Petit, Coulvier, Gravier, Secchi, der Frau Scarpellini, Bianconi, Neumayer, Poey und so vielen anderen Theilnehmern.

Wie wichtig erscheinen nicht in dieser Beziehung die fortlaufenden Berichte unseres hochverdienten correspondirenden Mitgliedes, Herrn Quetelet in der königlichen Akademie zu Brüssel.

Ich glaube in Bezug auf eine Stelle in dem letzten dieser Berichte, den ich eben gleichzeitig mit dem Tirlemont-Meteoriten durch den Freiherrn v. Hügel, Herrn Quetelet verdanke, eine Bemerkung hier noch beifügen zu sollen.

Unser hochgeehrter Freund, Herr Director E. Heis, namentlich langjähriger Arbeitsgenosse in diesem Fache von Herrn Julius Schmidt, hatte erwähnt, dass er bereits in seiner Schrift: „Die periodischen Sternschnuppen u. s. w." vom Jahre 1849, 4°, die Hypothese aufgestellt, dass eine grosse Anzahl der Sternschnuppen aus pulverigen Stoffen bestehen dürften [1]).

Ungeachtet der vollständigen Richtigkeit dieser Thatsache, denn es ist allerdings S. 39 jener Schrift die Rede von Strömen „staubförmigen Eisens", von Meteorwolken „staubförmigen Schwefels", so scheint mir doch, dass nicht dies als die eigentliche Begründung der Ansicht Alexander Herschel's genannt werden könnte, wenn sie auch höchst werthvoll in sich, als eine frühere Annahme staubartiger, in gemeinsamer kosmischer Bewegung befindlicher Körper oder Körpergruppen, immer betrachtet und in Erinnerung gebracht zu werden verlangt.

Aber nur die Herschel'sche Betrachtungsweise reiht sich ungezwungen in das in unserer Sitzung am 8. Jänner von mir entworfene, zusammenhängende Bild der drei grossen Glieder, der eigentlichen Sternschnuppen, der Feuerkugeln und der Meteore mit festem Kerne, welche in Steinfällen ihr Ende erreichen.

---

[1]) Quant à la remarque faite qu'aux époques de pluie des étoiles filantes, il arrivait rarement que des météores tombassent sur la terre, j'ai dans l'écrit publié en 1849 (des étoiles filantes périodiques) avancé l'hypothèse qu'un grand nombre d'étoiles filantes consistent en matières pulvérulentes. Bulletin No. XVI, 12.

Über den Nutzeffect intermittirender Netzhautreizungen.

Von dem w. M. Prof. Ernst Brücke.

(Mit 3 Tafeln.)

I.

Es ist ein von Talbot aufgestellter [1]) und von Plateau experimentell bewiesener [2]) Lehrsatz, dass die Wirkungsgrösse eines regelmässig intermittirenden Netzhautreizes derjenigen eines continuirlichen und constanten Reizes, für welchen in derselben Zeit für dasselbe Netzhautareal dieselbe Lichtmenge derselben Art verbraucht wird, so lange gleich sei, als die Intermissionen kurz genug sind, um für die Beobachtung vollständig zu verschwinden. Talbot gründete hierauf ein neues photometrisches Princip, und Plateau bewies die Richtigkeit dieses Princips, indem er zeigte, dass eine schnell gedrehte Scheibe mit schwarz und weissen Sectoren und ein Blatt von dem Papier, aus dem die weissen Sectoren geschnitten waren, dann gleich hell erschienen, wenn das Quadrat des Abstandes der ersteren von der Lichtquelle sich verhielt zum Quadrate des Abstandes des letzteren von der Lichtquelle, wie die summirte Breite der weissen Sectoren zur Kreisperipherie.

Betrachten wir diese Thatsache im Lichte der von Fechner in neuerer Zeit für die Intensität der Empfindung aufgestellten Formel, so fällt es sofort in die Augen, dass durch das Drehen der Scheibe der Nutzeffect des Reizmittels vermehrt worden ist.

Aus Versuchen, die theils von Fechner selbst, theils von anderen Beobachtern angestellt waren, hatte sich ergeben, dass Veränderungen der objectiven Helligkeit im Allgemeinen, wenn sie weder nach oben noch nach unten eine gewisse Grenze überschreiten, ohne Einfluss sind auf unser Unterscheidungsvermögen für kleine Differenzen der Helligkeit, so dass wir z. B. die Helligkeitsunterschiede einer Wolke, wenn wir sie durch ein nicht allzu dunkles London-

---

[1]) Philozophical Magazine Ser. III. Vol. V. p. 321.

[2]) Bulletin de l'acad. roy. des sciences et des belles lettres de Bruxelles 1835, No. 2, p. 52 und No. 3, p. 89.

smoke-Glas betrachten, noch ganz eben so vollständig wahrnehmen, wie mit freiem Auge. Die kleinsten Unterschiede objectiver Helligkeit also, die wir jedesmal wahrnehmen, wachsen geradlinig mit eben dieser objectiven Helligkeit. Indem nun Fechner die Zuwachse an Lichtempfindung, welche solchen eben noch wahrnehmbaren Unterschieden der objectiven Lichtstärke entsprechen, als Empfindungsdifferentiale behandelt, stellt er die Gleichung auf

$$d\gamma = \frac{K\,d\beta}{\beta}$$

in der γ die Lichtempfindung und β die objective Helligkeit bedeutet. Durch Integration erhält er

$$\gamma = K\,log.\,nat.\,\beta + C,$$

dann bestimmt er die Integrationsconstante nach der Voraussetzung, dass $\gamma = 0$ sein würde, wenn β auf den sehr kleinen Werth b einer eben nicht mehr wahrnehmbaren objectiven Lichtstärke herabsinken sollte, und erhält so

$$\gamma = K\,(log.\,nat.\,\beta - log.\,nat.\,b)$$

als Ausdruck für die Intensität der subjectiven Lichtempfindung γ, die durch die objective Lichtstärke β verursacht wird.

Bleiben wir bei dieser einfachsten Form der Gleichung [1]) stehen, wie sie den Erscheinungen bei mittleren Lichtstärken, mit denen wir es allein zu thun haben, genügt.

Nennen wir das Areal des Netzhautbildes, das uns von der Scheibe erwächst, m und q den Factor, mit dem wir die summirten Breiten der weissen Sectoren multipliciren müssen, um die Kreisperipherie zu erhalten. Nennen wir ferner δ die Summe der Lichtempfindung bei ruhender Scheibe und δ_1 die Summe der Lichtempfindung bei schnell gedrehter Scheibe, so ergibt sich

$$\delta = \frac{m}{q}\,\gamma = \frac{m}{q}K\,(log.\,nat.\,\beta - log.\,nat.\,b)$$

$$\delta_1 = m\gamma_1 = m\,K\,(log.\,nat.\,\frac{\beta}{q} - log.\,nat.\,b).$$

Als die einfachste Annahme erscheint nun die, dass beim schnelleren und schnelleren Drehen der Nutzeffect zunehme, bis er

[1]) Die weiteren Entwickelungen, die sie erfahren hat, siehe in Fechner's Psychophysik und bei Helmholtz in dessen physiologischer Optik.

endlich in dem Augenblicke, wo das homogene Grau erscheint, das Maximum δ_1 erreicht und von da an constant bleibt.

Dies stimmt aber nicht mit der Erfahrung überein. Ich habe vielmehr die ganz unzweifelhafte Empfindung, dass das Maximum bereits früher erreicht werde, und von da ab eine geringe Abnahme eintrete, bis beim Erscheinen des homogenen Grau die Empfindung wieder constant wird.

Man wähle eine Drehscheibe, auf der Schwarz und Weiss zu gleichen Theilen aufgetragen sind, aber in verschiedenen Ringen in einer verschiedenen Anzahl von Sectoren vertheilt, und zwar so, dass die Zahl der Abwechslungen vom Centrum gegen die Peripherie hin steigt (Fig. 1). Dreht man eine solche Scheibe so langsam, dass man an den inneren Ringen noch die schwarzen und weissen Unterbrechungen unterscheidet, und zugleich so schnell, dass die äusseren gleichmässig grau erscheinen, dann wird man bemerken, dass sich zwischen beiden ein oder zwei Ringe so darstellen, dass sie weder schwarz und weiss, noch gleichmässig grau gesehen werden, sondern mehr oder weniger farbig und flimmernd. Dreht man schneller, so rückt die Erscheinung gegen das Centrum vor, d. h. der äusserste der flimmernden Ringe wird gleichmässig grau, und statt dessen fängt der nächstfolgende, auf dem früher Schwarz und Weiss mit einander abwechselten, an, Farben zu zeigen und zu flimmern. Dreht man langsamer, so wird natürlich die Erscheinung in analoger Weise gegen die Peripherie hin verschoben. Beobachtet man einen einzelnen Ring, indem man allmählich immer schneller dreht, so sieht man, wenn das Flimmern beginnt, Violet und Gelb; dreht man wiederum geschwinder, so wird das Violet heller, beschleunigt man noch mehr, so geht es in Himmelblau, das Gelb in Orange über. Bei weiterer Beschleunigung nimmt das Flimmern ab, es macht sich ein ziemlich lichtes, etwas fleckiges Graublau als allgemeine Farbe geltend, und dies geht bei noch schnellerem Drehen in ein neutrales Grau von etwas geringerer Helligkeit über, um sich dann nicht mehr zu verändern.

Das Entstehen von subjectiven Farben durch schwarze und weisse Abwechslungen ist eine zuerst von Fechner beschriebene und seitdem allgemein bekannte, wenn gleich, wie schon Fechner wusste, nicht für alle Individuen in derselben Weise wahrnehmbare Erscheinung, die man, wie wir später sehen werden, nicht ganz

erschöpfend, aus dem ungleichzeitigen Eintreten und Vergehen der verschiedenen durch die verschiedenen Strahlen des weissen Lichtes erregten Farbenempfindungen oder aus dem zeitlichen Auseinanderfallen ihrer Maxima erklärt. Auf diese Erklärung werde ich später zurückkommen.

Das, worauf es uns hier zunächst ankommt, ist die ungleiche Intensität der Lichtempfindung im Allgemeinen, die sich bei verschiedenen Drehungsgeschwindigkeiten zeigt. Für mich ist der Ring am hellsten, wenn das Violet eben in Blau übergeht. Beim schnelleren Drehen nimmt für mich die Helligkeit schon etwas ab, bei langsamerem habe ich nicht hinreichend das Gefühl der Continuität des Lichteindruckes, um mir ein Urtheil über die Helligkeit des Ringes im Allgemeinen zu bilden.

Man mag einwenden, dass man zwar zwei Abstufungen derselben Farbe leicht und sicher in Rücksicht auf ihre Helligkeit vergleichen könne, dass dies aber schwer und unsicher werde, sobald es sich darum handelt, eine graue mit einer farbigen, ja fleckigen Oberfläche zu vergleichen; andererseits wird man aber auch zugeben, dass hier, wo es sich um ein Mass der subjectiven Empfindung handelt, auch die subjective Empfindung richten muss, und diese entscheidet sich in unserem Falle um so deutlicher, je stärker die Beleuchtung ist.

Nachdem ich mich hiervon überzeugt hatte, suchte ich die Anzahl der Lichteindrücke in der Secunde zu bestimmen, bei der ich die Empfindung der grössten Helligkeit hatte. Meine Scheiben wurden gedreht mittelst eines Schnurlaufes, der um eine kleine an der Axe feste Holzscheibe und um eine grosse, schwere Holzscheibe ging, die mittelst einer Kurbel in Bewegung gesetzt wurde, und durch ihr beträchtliches Trägheitsmoment zugleich den Dienst eines Schwungrades leistete. War die Geschwindigkeit erlangt, die mir für einen bestimmten Ring die richtige schien, so wurden unter steter Beobachtung des Ringes die Umdrehungen eine Minute lang gezählt. Die Anzahl der Lichteindrücke in der Secunde ergab sich dann nach der Formel

$$x = \frac{nqc}{60},$$

worin n die Anzahl der Umdrehungen in der Minute, q die Anzahl der weissen Felder des Ringes und c das Verhältniss der Peripherien

bedeutet, auf denen sich der Schnurlauf bewegte. Dieses Verhältniss betrug bei meinem Apparate = 5·76.

Ich stellte meine Versuche mit Scheiben an, die 180 Millim. Radius hatten, und deren Zeichnungen auf Taf. I und II, Fig. 1, 2 und 3 abgebildet sind.

Da bekanntermassen auf die Resultate derartiger Beobachtungen die Beleuchtung nicht ohne Einfluss ist, so sind für die nachfolgenden Tabellen nur Zahlen verwendet, welche in Versuchen gewonnen wurden, die ich sämmtlich hinter einander an einem hellen Novembermorgen anstellte. Es ist ferner ausschliesslich an Ringen beobachtet, die nur zwei oder vier weisse Sectoren hatten, weil dann der grösseren Geschwindigkeit halber die Bewegung mit den verwendeten Hilfsmitteln leichter gleichförmig erhalten werden konnte. Es ergab sich

Scheibe I.

n	q	x
48	4	18·43
46	4	17·67
89	2	17·09
91	2	17·47

Scheibe II.

n	q	x
46	4	17·67
48	4	18·43
80	2	15·36
90	2	17·28

Scheibe III.

n	q	x
43	4	16·51
47	4	18·05
84	2	16·13
88	2	16·90

Das Mittel aus allen diesen Versuchsresultaten ist 17·42; scheiden wir aber den Versuch, der 15·36 ergab, als offenbar mit einem grösseren Fehler behaftet aus, so steigt das Mittel auf 17·6.

Der Ring, welcher die doppelte Anzahl von Sectoren hatte, zeigte sich immer gleichmässig grau, aber schon bei einer geringen Verlangsamung wurde er erst schwach, dann stärker fleckig, so dass

also die Zahl der Reizungen, welche das Maximum von Helligkeit gab, um etwas mehr betrug, als die Hälfte von derjenigen, welche die Anzahl der Reizungen angab, die für meine Augen und meine Versuchsbedingungen nothwendig waren, um jede Spur der Unterbrechungen vollständig auszulöschen.

Dies die unmittelbaren Resultate der Versuche; wenden wir uns nun zur Erklärung derselben.

II.

Die Fechner'sche Formel ist eine empirische; sie hat ihre Basis nur in Versuchsresultaten, sie macht keinerlei Voraussetzungan über die inneren Vorgänge des Nervensystems. Fragen wir nach dem Grunde, aus welchem durch das Drehen der Nutzeffect überhaupt vermehrt wird, so lautet die Antwort offenbar: Der nächste Grund ist der, dass wir die Zahl der Angriffspunkte für den Reiz vermehren. Indem die Reizsumme sich auf eine grössere Anzahl von reizbaren Elementen vertheilt, werden in den einzelnen die inneren Widerstände weniger hoch gesteigert, und desshalb ist der Nutzeffect ein grösserer.

In der That kann man eine analoge Wirkung erzielen, wenn man die Summe der Angriffspunkte in anderer Weise vergrössert. Es erhellt dies unmittelbar aus einem Versuche, dessen Helmholtz in seiner physiologischen Optik erwähnt. Nachdem er Plateau's Beweis für den Talbot'schen Satz besprochen hat, fährt er fort: „Ich selbst habe ausserdem noch folgenden Weg eingeschlagen. Wenn man eine mit schmalen schwarzen und weissen Sectoren bedeckte Scheibe hat, so kann man eine scheinbar gleichmässige Vertheilung des Lichtes der weissen Sectoren über die ganze Scheibe hervorbringen, indem man zwischen Auge und Scheibe eine convexe Glaslinse bringt, welche die Accommodation verhindert. Steht die Pupille im hinteren Brennpunkte der Linse, so dass das Bild, welches die letztere von der Scheibe entwirft, in die Fläche der Pupille fällt, und grösser ist als die Pupille, so erscheint das Licht der hellen Sectoren gleichmässig über das ganze durch die Linse gesehene Gesichtsfeld ausgegossen. Nähert man dagegen die Linse der Scheibe, so sieht das Auge mehr oder minder scharf die einzelnen weissen und schwarzen Sectoren, so lange die Scheibe still steht. Ist die Scheibe in Bewegung, so bleibt die Helligkeit gleich gross, man mag die Linse dem Auge oder der Scheibe näher bringen, woraus unmittel-

bar folgt, dass das Auge von dem intermittirenden Lichte gleich stark, wie von einer gleichen Quantität continuirlich ankommenden Lichtes afficirt wird".

In diesem Anschauen der Scheibe durch eine Convexlinse hat man die Wirkung der Vermehrung der Angriffspunkte rein und für sich; beim Drehen der Scheibe kommt aber noch etwas anderes in Betracht, nämlich die Zeit, während welcher jedes einzelne Netzhautelement belichtet und der Ruhe überlassen wird.

Die Erreichung des Maximums von Nutzeffect muss abhängen erstens davon, dass alle in Frage kommenden Netzhautelemente gleich stark erregt werden, und zweitens davon, dass in jedem einzelnen die Empfindungssumme, welche man erhält, wenn man innerhalb einer gegebenen Zeit die Empfindungsgrössen aller einzelnen aufeinander folgenden Zeitelemente summirt, so gross sei, wie möglich.

Diese Empfindungssumme ist $\int y\,dt$, worin y bei constanter Geschwindigkeit der Scheibe in stets gleichen Perioden wächst und abnimmt, und die Länge der Periode durch den zeitlichen Abstand je zweier aufeinander folgenden Reizungen bestimmt wird. Das Integral ist also stets zwischen solchen Grenzen zu nehmen, welche ein ganzes Vielfaches der Periode zwischen sich einschliessen, oder zwischen solchen, gegen deren Abstand die Länge der Periode als verschwindend klein betrachtet werden kann. Für den Fall von 30 und mehr Reizungen in der Secunde wird y constant, aber unsere früheren Erfahrungen haben uns gelehrt, dass $\int y\,dt$ sein Maximum bei 17·6 Reizungen in der Secunde erreicht und von da an wieder abnimmt, bis y constant wird. Wenn man das unmittelbar beobachtete verfolgt, so bemerkt man ferner, wie bereits mehrmal erwähnt wurde, dass, indem die Scheibe erst ganz langsam und dann allmälich schneller gedreht wird, nicht allein die dunkeln Sectoren heller und die hellen dunkler werden, sondern dass sie sich färben, und zwar werden die Farben immer lebhafter, indem zugleich die dunkeln heller und die hellen gesättigter werden, bis endlich, wenn die Geschwindigkeit einen gewissen Grad erreicht, die Farben wieder an Sättigung verlieren und einem erst fleckigen, dann gleichförmigen Grau Platz machen.

Man kann die von Fehner in die Psychologie eingeführten mathematischen Symbole nicht ohne willkürliche Voraussetzungen für

die Summirung von Farbenempfindungen als qualitativ verschiedenen anwenden: Wir müssen uns desshalb mit Worten über das Zustandekommen einer intensiveren Empfindung bei 17 — 18 Reizungen in der Secunde Rechenschaft zu geben suchen.

Theilen wir zur leichteren Übersicht alle Erregungszustände, aus denen wir einen Beitrag zu unserer Helligkeitsempfindung ableiten können, in primäre und secundäre. Primäre nenne ich diejenigen, welche in Folge des Beginnens des Lichtsreizes eintreten, und wenn derselbe dauert, auch dauern; secundäre nenne ich solche, welche nur wahrgenommen werden, wenn der Lichtreiz aufhört oder für kürzere oder längere Zeit unterbrochen oder sehr merklich geschwächt wird.

Blicken wir auf ein beschränktes Feld, von welchem uns eine einfache Spectralfarbe, z. B. monochromatisches Roth zukommt, so besteht seine primäre Wirkung darin, uns die Empfindung Roth zu erzeugen. Je länger wir dasselbe anschauen, um so schwächer wird die Empfindung, wir sagen unser Auge werde für das Roth ermüdet, d. h. das Licht findet einen immer grösseren und grösseren Widerstand, es bringt bei derselben Intensität eine immer schwächere und schwächere Erregung hervor. Entfernen wir nun das Roth und bieten dem Auge weisses Licht dar, so erscheint an der Stelle des Roth, wie bekannt, ein grüner Fleck, der dunkler ist als der Grund. Also die Ermüdung für das Roth dauert noch eine Weile fort, ohne dass das Roth noch einwirkt. Auch das Roth in weissem Lichte ist es nicht oder doch nicht ausschliesslich, was die Ermüdung unterhält; denn wenn wir die Augen bedecken, erscheint auch im Eigenlichte derselben der dunkle grüne Fleck. Da nach längerem Anschauen die Ermüdung nur noch sehr langsam zunimmt, so haben wir keine Ursache anzunehmen, dass sie sich hier nach dem Aufhören des Reizes noch merklich steigere.

Anders verhält es sich bei Reizen von sehr kurzer Dauer, bei denen der grösste Theil der Wirkung erst zur Erscheinung kommt, nachdem der Reiz bereits aufgehört hat einzuwirken. Aber auch hier werden wir immer sagen können, dass die Summe der inneren Widerstände nach dem Aufhören des Reizes, wenn überhaupt, doch sicher nicht lange mehr zu, sondern bereits nach kurzer Zeit wieder abnimmt, nach um so kürzerer voraussichtlich, je schwächer der Reiz war.

Denken wir uns nun das monochromatisch rothe Licht nicht continuirlich, sondern mit Unterbrechungen auf unser Auge wirken.

Denken wir uns zuvörderst die Reize so aufeinander folgen, dass sich das zweite Mal die Empfindung Roth entwickeln soll, während der durch das erste Mal erzeugte Widerstand noch nicht merklich abgenommen hat: denken wir uns alsdann in einem anderen Versuche die Reizungen so aufeinander folgen, dass sich die Empfindung Roth ein zweites Mal entwickeln soll, während der durch das erste Mal gesetzte Widerstand bereits merklich abgenommen hat, so ist es klar, dass im zweiten Falle unter übrigens gleichen Umständen ein grösserer Nutzeffect erzielt werden wird, als im ersteren. Diese gleichen Umstände sind aber eben nur dann vorhanden, wenn in beiden Versuchen auch die Reize dieselbe Dauer haben, und das ist in den unseren nicht der Fall. In unseren Versuchen wächst die Dauer des Reizes mit der Dauer des reizlosen Intervalles und ist ihr unter allen Umständen gleich. Während nun aber die Verlängerung des reizlosen Intervalles den Nutzeffect vergrössert, wird derselbe durch die Verlängerung des Reizes vermindert, weil, wenn ich mir den Reiz in zeitlich aufeinander folgende Elemente zerlegt denke, sich die Wirkung des zweiten Elementes schon unter einem Widerstande entwickeln soll, der durch die beginnende Wirkung des ersten Elementes gesetzt worden ist.

Da wir nun das Gesetz nicht kennen, nach welchem dieser Widerstand während des Reizes zu- und während des reizlosen Intervalles abnimmt, so können wir auch nicht im vorhinein angeben, bei welcher Umdrehungsgeschwindigkeit die Summe der verlornen Kräfte, wenn ich diesen Ausdruck hier anwenden darf, ein Minimum ist.

Nehmen wir jede andere Spectralfarbe, so haben wir auf sie dasselbe Raisonnement anzuwenden, wie auf das Roth. Es gelingt uns also nicht, aus der primären Wirkung der einzelnen Componenten des Weiss, jede für sich betrachtet, eine Erklärung unserer Versuche abzuleiten. Andererseits können wir auch nicht behaupten, dass sie in solcher nicht theilweise zu suchen sei. Dass sie darin nicht ausschliesslich gesucht werden dürfe, wird sich in der Folge ergeben. Über die combinirten Wirkungen der Componenten des Weiss wissen wir sehr wenig. Wir wissen, dass sie gleich-

zeitig auftretend eine Summe bilden, aber auch dass dabei der Charakter der Empfindung so verändert ist, dass sich uns kein Mittel mehr darbietet zu beurtheilen, ob diese Summe durch einfache Addition entstanden sei: ja es ist sogar keineswegs wahrscheinlich, dass dies der Fall. Die Annahme, dass die subjective Helligkeit des Weiss erhalten werde durch einfache Addition der Empfindungen, welche uns durch jede einzelne der Spectralfarben erzeugt worden, ist wahrscheinlich eben so unrichtig als die, dass die Empfindung des Weiss einer objectiven Helligkeit entspreche, die durch Addition der objectiven Helligkeiten sämmtlicher Spectralfarben erhalten wird. Wir wissen, dass jede Farbe die Netzhaut für sich selbst mehr als für andere ermüdet, aber wir wissen nicht, in welchem Grade sie dieselbe für andere ermüdet. Den einzigen empirischen Anhalt möchte man in den in den flimmernden Ringen erscheinenden Complementärfarben suchen. Es ist bekannt, dass, wie die Maler sagen, Complementärfarben einander heben, Nachbarfarben aufeinander drücken. Man könnte nun denken, der Ring mit 17·6 Unterbrechungen in der Secunde erscheine uns nur wegen der in demselben auftretenden lichten Complementärfarben heller. Wenn man indessen näher auf die Sache eingeht, wird man es doch sehr zweifelhaft finden, ob dem wirklich so sei. Durch das Nebeneinandersetzen von Complementärfarben wird nämlich nicht sowohl die allgemeine Empfindung der Helligkeit, als vielmehr die specifische Empfindung der einzelnen Farben und ihres Unterschiedes gesteigert. Grün neben Roth gesetzt, macht das Roth nicht heller, sondern mehr roth, lässt es gesättigter erscheinen, d. h. weniger gemischt mit neutralem Grau von der entsprechenden Lichtstärke als es unter anderen Umständen erscheinen würde. Die Helligkeit, in der jede der Farben erscheint, wird voraussichtlich nur bedingt werden, durch ihre eigene objective Helligkeit und durch die objective Helligkeit der Complementärfarbe, mit der sie zusammen gesehen wird. Es kann also eine Farbe in der Nachbarschaft ihrer Complementärfarbe sogar dunkler als unter anderen Umständen erscheinen. Legen wir ein dunkelviolettes Quadrat auf einen ihm complementären hell grünlich-gelben Grund, so erscheint es darauf stärker gefärbt, aber dunkler als auf einem schwarzen Grunde. Freilich erscheint auch der gelbe Grund daneben heller, aber es kann durch diese Contraste in der Hellig-

keit nebeneinander stehender Farben doch im Ganzen an Nutzeffect nur eingebüsst werden, indem der grösste stets dann erzielt wird, wenn alle Nervenelemente, welche überhaupt in Betracht kommen, möglichst gleich stark erregt sind. So lange man also nicht nachweisen kann, dass nebeneinanderstehende Complementärfarben sich nicht nur in Rücksicht auf das Specifische der Farbenempfindung, sondern zugleich bezüglich der subjectiven Lichtstärke, und zwar ohne Rücksicht auf ihr objectives Helligkeitsverhältniss heben, so lange können wir aus dem Nebeneinandererscheinen von Complementärfarben in unserem Versuche die Erklärung desselben nicht mit Bestimmtheit herleiten.

Es ist möglich, dass in der Buntfärbigkeit des betreffenden Ringes mit ein Motiv liegt ihn für heller zu halten, aber es ist nicht gewiss, und das Folgende wird uns belehren, dass wir keineswegs hierin ausschliesslich oder auch nur häuptsächlich die Erklärung unserer Erscheinung zu suchen haben.

Wir werden bald sehen, dass dieselbe in den secundären Erregungszuständen, zu welchen wir jetzt übergehen, offen zu Tage liegt.

Ich habe in meinen Untersuchungen über subjective Farben [1]) die Nachbilder, die sichtbaren Symptome der secundären Zustände, in drei Arten getheilt: in positive gleichgefärbte, in positive complementärgefärbte und in negative complementärgefärbte, wobei ich mit den Ausdrücken positiv und negativ ganz denselben Sinn verband, welchen man in der Photographie damit verbindet, indem man positiv das Bild nennt, in welchem hell ist, was im Objecte hell war, und dunkel ist, was im Objecte dunkel war; während man negativ das Bild nennt, in welchem das dunkel ist, was im Objecte hell war und umgekehrt. Die negativen complementärgefärbten Nachbilder, deren gründliche Kenntniss wir namentlich Fechner verdanken, zeigen an, dass die betreffende Netzhautpartie abgestumpft ist gegen die Farbe, zu der sie direct erregt wurde, aber nicht oder doch bei weitem nicht in solchem Grade gegen andere Farben.

Da diese Bilder sämmtlich Abstumpfungsbilder sind, so können wir von ihnen keinen Zuwachs an Lichtempfindung herleiten.

Die positiven gleichgefärbten Nachbilder erscheinen nur bei abgehaltenem oder gedämpftem äussern Lichte, und die Unterempfindlichkeit für dasselbe hört während ihrer Dauer nicht auf;

[1]) Denkschriften. Bd. III, p. 95.

denn wenn man äusseres Licht in einiger Menge in das Auge hineinlässt, so schlägt das positive gleichgefärbte Nachbild in ein negatives complementärgefärbtes um; so dass sich also hier das Auge unterempfindlich zeigt gegen objectives Licht von derselben Farbe, welche es subjectiv empfindet. Dieselbe merkwürdige Erscheinung zeigt sich auch, wenn das Auge durch gemischtes Licht erregt worden ist und dann das positive Nachbild verschiedene Farben nacheinander zeigt. Jede einzelne schlägt beim Versuche das Bild auf einen hellen Grund zu projiciren in ihr Complement um, während das Bild zugleich negativ wird.

Abgesehen davon, dass, wie wir dies bereits berücksichtigt haben, die Lichtempfindung den Reiz stets um etwas überdauert, kommt nach kurzwährenden Reizen mittlerer Lichtstärke von positiven gleichgefärbten Nachbildern nichts zur Erscheinung, und wo sie nach stärkeren Reizen auftauchen, wieder verschwinden und wieder auftauchen, sind die Phasen und Intervalle unregelmässig und im Verhältniss zu unserer Periode von $^5/_{88}$ Secunden sehr lang, so dass wir diese Nachbilder schon desshalb nicht zur Erklärung unserer Erscheinung herbeiziehen dürften. Dagegen müssen wir die positiven complementär gefärbten Nachbilder näher in's Auge fassen. Da diese wegen ihrer sehr kurzen Dauer leicht übersehen werden, und überhaupt weniger allgemein bekannt sind als die bisher besprochenen, so muss ich kurz der Umstände erwähnen, unter denen sie bisher gesehen worden sind. Der erste, der ein solches Nachbild deutlich und so, dass es mit keinem von anderer Art verwechselt werden kann, beschrieben und abgebildet hat, ist Purkyně. Es zeigte sich ihm beim mässig raschen Schwingen einer glühenden Kohle das vordere Stück der Bahn roth, dann folgte ein kurzes dunkles Intervall und dann ein grünes Bahnstück, welches sich gleichfalls noch hell gegen den dunklen Grund absetzte [1]).

Ich habe mir später ein positives complementär gefärbtes Nachbild in grosser Deutlichkeit und Schärfe dadurch zur Anschauung gebracht, dass ich eine helle Lichtflamme in 9 Zoll Entfernung eine Zeit lang durch ein rothes Glas ansah und dann schnell, aber ohne den Augapfel mit den Augenliedern zu drücken, die letz-

---

1) Beiträge zur Kenntniss des Sehens in subjectiver Hinsicht. Berlin 1825. 8°.

teren schloss. Ich sah dann in dem Augenblicke, wo dies geschehen war, eine helle grüne scharfbegrenzte Flamme, in der diejenigen Partien deutlich dunkler waren, welche sich auch in der objectiven Flamme als die lichtschwächeren gezeigt hatten. Die Erscheinung ist bei mir von bedeutender Lichtstärke, und nur ihre Flüchtigkeit setzt ihrer Beobachtung einiges Hinderniss entgegen.

Später hat Aubert („Über die durch den elektrischen Funken erzeugten Nachbilder" in Moleschott's Unters. zur Naturlehre des Menschen und der Thiere. Bd. V, S. 297) sowohl vom elektrischen Funken als auch vom Kerzenlichte unter Anwendung eines rothen Glases dieses Bild gesehen. Auch Helmholtz beobachtete positive complementär gefärbte Nachbilder, aber unter wesentlich anderen Umständen, nämlich nachdem das objective Licht schon längere Zeit — mehrere Secunden — aufgehört hatte einzuwirken. Ich muss es desshalb unentschieden lassen, ob Helmholtz und ich, wenn wir vom positiven complementär gefärbten Nachbilde reden, identische Dinge im Auge haben.

Schon Fechner scheint positive complementär gefärbte Nachbilder beobachtet zu haben, die erst längere Zeit nach dem Aufhören des Reizes eintraten; denn in einer Anmerkung (Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie Bd. 50, S. 213) heisst es von ihm: „Öfters sieht man in den ersten Augenblicken nach Beseitigung des Farbenobjectes gar nichts recht deutlich, später aber macht sich die Complementärfarbe mit grosser Intensität geltend. Zuweilen glaube ich bemerkt zu haben, dass das Nachbild einer auf schwarzem Grunde betrachteten hellen Farbe, selbst auf schwarzem Grunde angeschaut, sich noch heller als der Grund zeigt, wenn schon die Complementärfarbe deutlich ist, was auch auf ein gesondertes Verhalten der verschiedenen Bestandtheile des Lichtes im Phänomen der Nachbilder deutet. Doch gebe ich diese Erfahrung nicht für ganz sicher aus."

Wenn man hiermit das vergleicht, was Helmholtz über seine Beobachtungen an den Nachbildern der Spectralfarben sagt, so kann man in der That nicht umhin, darin mit ihm eine Bestätigung der so eben citirten Wahrnehmung Fechner's zu sehen. Ich will nur den Schlusssatz anführen, welcher lautet: „Es geht hieraus hervor, dass im positiven Nachbilde gefärbter Objecte nach momentanem Anblicke zuerst die vorherrschende Farbe schwindet

und damit das Nachbild dem eines weissen Objectes ähnlich wird, wobei namentlich gewöhnlich die rosenrothe Phase eines solchen hervortritt. Dann entwickelt sich allmählich die Complementärfarbe des negativen Nachbildes, aber sie kann schon sichtbar werden, noch ehe das positive Bild negativ geworden ist, sie kann also heller erscheinen als der dunkle Grund".

„Ich glaube das Hervortreten der Complementärfarbe darauf zurückführen zu können, dass sich zu dieser Zeit das schwach und weiss gewordene positive Bild deckte mit dem durch die Ermüdung des Auges in dem innern Lichtnebel entstehenden negativen und complementären Bilde". —

Uns werden im Folgenden nur die positiven Nachbilder beschäftigen, welche sogleich nach der primären Wirkung auftreten, weil wir von ihnen allein einen Aufschluss über den Grund unserer Versuchsresultate zu erwarten haben.

Zunächt handelt es sich darum, bis zu einem gewissen Grade zu ermitteln, wie sich im Augenblicke dieses Nachbildes die Receptivität für einen neuen Reiz verhält, d. h. wir müssen wissen, ob wir bei intermittirenden Reizen unser Nachbild als etwas positives für die Gesammtempfindung der Helligkeit in Rechnung zu bringen haben, oder ob es stets mit den durch das objective Licht primär bewirkten Erregungszuständen in solche Collision geräth, dass wir aus ihm keinen Zuwachs für die subjective Lichtstärke im Allgemeinen ableiten können.

Um nun diese Frage zu entscheiden, verschloss ich in der Scheibe 4, die von derselben Grösse war, wie die übrigen, die beiden gegenüberstehenden, je einen Viertelring betragenden Öffnungen mit roth überfangenem Glase, wie es jetzt allgemein im Handel vorkommt. Es wird, so viel ich weiss, mit Kupferoxydul gefärbt. Hinter diese Scheibe, nachdem sie auf meinem Drehungsapparate befestigt war, stellte ich zuerst eine gewöhnliche Öllampe mit einem weiss angestriebenen Reverbere.

Als ich nun bei mässig raschem Drehen durch das rothe Glas nach der Flamme blickte, sah ich, dass dieselbe weniger roth war, als ich sie vorher durch das ruhende Glas gesehen hatte, übrigens aber hell und glänzend, und als ich nun rascher und rascher und endlich sehr schnell drehte, so ward sie wieder röther, aber verlor dabei an Helligkeit. Als ich nun die Drehung wieder

verlangsamte, war es mir noch deutlicher, dass die Flamme sofort wieder heller wurde, dabei aber wieder weniger roth, und als ich mit der Bewegung noch mehr und bis zum endlichen Stillestehen nachliess, trat die volle Röthe der Flamme wieder ein. Dabei nahm indessen trotzdem, dass nun doch für den Reiz gar keine Intermissionen mehr eintraten, die Flamme nicht weiter an Helligkeit zu, sondern ich hatte, je öfter ich den Versuch anstellte, um so mehr das Gefühl, dass die Flamme eben vorher heller gewesen sei, und einen ähnlichen Wechsel erlitten habe, wie ihn ein glühendes Eisen an der Grenze von Weissgluth und Rothgluth durch eine geringe Abkühlung erleidet.

Die Mengen andersfarbigen Lichtes, welche ein solches überfangenes Glas durchlässt, sind sehr klein gegenüber der des Rothen, und das von mir angewendete absorbirte das Violet, Blau und Grün der Lampenflamme bei der Spectraluntersuchung vollständig. Es konnte also nicht im entfernten an die Möglichkeit gedacht werden, dass dieser Wechsel von andersfarbigem objectivem Lichte herrühre. Ich musste mir sofort sagen, dass ich es hier mit der Wirkung des positiven complementär gefärbten Nachbildes zu thun habe. Dann lehrte aber dieser Versuch, dass für das Gefühl der Helligkeit im Allgemeinen das Nachbild als positive Grösse in Betracht komme, denn als ich so schnell drehte, dass es sich nicht entwickeln konnte, nahm die Helligkeit ab und als ich wieder langsamer drehte, so nahm sie wieder zu und erlangte eine Intensität, welche sogar diejenige zu übertreffen schien, die bei continuirlicher Bestrahlung erreicht wurde.

Ich konnte in der That die Spuren unseres Nachbildes auffinden, wenn ich die Lampe so stellte, dass nicht die Flamme selbst, sondern eine hell beleuchtende Partie des Reverbere gesehen wurde. Auch hier ward bei sehr schnellem Drehen die Farbe röther und dunkler, bei langsamem weniger gesättigt und heller, zugleich aber sah ich dann nicht selten einen leichten Perlmutterschiller über sie hinzucken. Wahrscheinlich war dies jedesmal die Folge einer unmerklich kleinen Augenbewegung, bei der auf einzelnen Netzhautstellen nun weniger lichtstarke Punkte des Schirmes, als eben vorher abgebildet wurden und desshalb auf ihnen das grüne Nachbild aufleuchtete.

Noch deutlicher wurde die Sache, als ich eine Lampe wählte, deren Flamme mit einer mattgeschliffenen Glaskugel umgeben war.

Diese zeigte beim Drehen im passenden Tempo an der der Flamme entsprechenden Stelle ein gelblich weisses Feld mit einem roth und grün [1]) flimmernden Hofe, der sich bald mehr, bald weniger ausbreitete, das übrige der Kugel war dunkler und roth.

Es war hierbei ganz auffallend, dass die Helligkeitsunterschiede an den verschiedenen Theilen der Glaskugel jedesmal zunahmen, wenn die Sättigung der rothen Farbe abnahm, und wiederum abnahmen, wenn die Sättigung der rothen Farbe zunahm, und zwar geschah dies sowohl, wenn diese Zunahme durch Beschleunigung, als auch, wenn sie durch Verlangsamung der Umdrehungsgeschwindigkeit hervorgerufen wurde, in dem letzteren Falle aber, wie mir schien in höherem Grade, als in dem ersteren.

Ich erkläre mir dies folgendermassen. In dem roth- und grünflimmernden Hofe wechselten Bild und Nachbild mit einander ab, in dem centralen hellen Felde dauerte wegen der grösseren objectiven Lichtstärke das Bild länger, das Nachbild kam desshalb nicht selbstständig zur Beobachtung, sondern äusserte, indem es vom Bewusstsein mit dem Bilde in eins zusammengefasst wurde, seine Wirkung dadurch, dass es das Roth durch Neutralisation in eine lichtere mehr mit Weiss gemischte Farbe verwandelte. In dem äussern rothen Theile war die objective Lichtstärke verhältnissmässig zu gering, um gegenüber den starken Effecten im Centrum die Wirkung des Nachbildes entschieden hervortreten zu lassen.

Hiernach nimmt also die Empfindungssumme, welche das positiv complementärgefärbte Nachbild repräsentirt, mit wachsender objectiver Lichtstärke rascher zu, als die Intensität der primären Empfindung. Der Grad der Farbenveränderung hängt aber nicht von der Stärke des objectiven farbigen Lichtes allein ab, sondern auch von der Dauer seiner Einwirkung. Wenn ich längere Zeit durch das rothe Glas auf die Kugel gesehen hatte und dann zu drehen begann, so trat das Grün immer deutlicher hervor, als wenn mein Auge vorher von weissem Lichte beleuchtet gewesen war, und noch deutlicher zeigte sich dies, wenn ich eine Weile sehr schnell gedreht hatte und dann die Drehung verlangsamte. Dann

[1]) Ich will hier sogleich bemerken, dass, wie schon Aubert (l. c.) gesehen hat, das Nachbild für das Roth dieser Gläser entsprechend der Complementfarbe blaugrün ist, und dass ich nur der Kürze wegen schlechtweg grün sage.

griff das Grün weit hinaus, so dass oft die Kugel nur noch am äussern Rande einen schmalen rothen Saum zeigte. In wie weit dies von einer stärkeren Entwickelung des grünen Nachbildes herrührte, oder von localer Abstumpfung der Netzhaut für Roth, oder von Verstimmung des Bewusstseins im Allgemeinen, das lässt sich vor der Hand nicht bestimmen.

Es ist hier aber der Ort, die Frage aufzuwerfen, ob wir uns den secundären Erregungszustand überhaupt als einen solchen zu denken haben, der von uns auch unter gewöhnlichen Umständen als Grün vorgestellt werden würde, oder ob er vielmehr ein solcher ist, den wir unter gewöhnlichen Umständen als Weiss bezeichnen würden, und den wir nur jetzt bei der Verstimmung unseres Bewusstseins durch rothes Licht für Grün halten. Es ist bekannt, dass bei einer solchen Verstimmung unser Bewusstsein so wenig einen richtigen und verlässlichen Aufschluss über die Natur der localen Erregungszustände gibt, wie uns unsere Augen beim Drehschwindel über Ruhe und Bewegung der Objecte richtige Wahrnehmungen zukommen lassen. Dafür, dass das Nachbild seinem localen Erregungszustande nach wahrscheinlich eigentlich Weiss sei, lässt sich geltend machen, dass seine Farbe nicht als gesättigte, sondern wie dies Helmholtz auch an den von ihm beobachteten positiven complementär gefärbten Nachbildern wahrnahm, als eine mehr oder weniger mit Weiss gemischte erscheint; indessen lässt sich dies, wie wir später sehen werden, auch noch auf andere Weise erklären. Andererseits spricht der beträchtliche Einfluss, den dieses Bild auf die Abschwächung des Roth ausübt, doch für seine von Hause aus farbige Natur. Roth kann ich in weiss verwandeln, durch Hinzufügen eines Äquivalents von Grün oder, was dasselbe ist, derjenigen Menge von Weiss, die dieselbe Menge von Roth enthält, nachdem ich dieses Roth vorher herausgenommen habe; aber durch Hinzufügen von Weiss als solchem Roth in Weiss zu verwandeln, das gelingt erst dann, wenn die Menge des Weiss so gross ist, dass das Roth darin verschwindet. Absolut beweisend ist auch dieses Argument nicht, weil uns eben die Verstimmung unseres Bewusstseins kein verlässliches Urtheil über den Grad der Farbenveränderung gestattet. Man wird aber später bei Vergleichung der beobachteten Thatsachen und der Möglichkeiten sie zu erklären, wie ich glaube, doch finden, dass die Wahrscheinlichkeit mehr auf Seite dieser letzteren Annahme sei.

Eine andere Frage, die wir hier nicht umgehen können, lautet: Welche Gestalt nehmen unsere Vorstellungen von der secundären Wirkung an, je nachdem wir uns einer der beiden Hypothesen über Farbenempfindung anschliessen, welche jetzt um den Vorrang streiten, der bisher im Allgemeinen gangbaren, dass sie verschiedenartigen Zuständen in ein und derselben Art von Nerven entsprechen, oder der von Thomas Young aufgestellten und von Helmholtz mit so vielem Scharfsinn näher begründeten, dass sie uns als combinirte Empfindungen aus drei verschiedenen Arten von Nerven zugeführt werden.

Wenden wir uns der ersteren Ansicht zu, so müssen wir, falls wir das Nachbild für von Hause aus grün halten, sagen, dass die Nervenfaser, nachdem sie zu der Empfindung Roth erregt worden, darnach für kurze Zeit in den Erregungszustand übergehe, der in uns die Vorstellung der Complementärfarbe, des Grün, hervorruft. Wir schliessen uns dann also in Rücksicht auf die Entstehung dieses Nachbildes wesentlich den Ideen an, welche Plateau über die Entstehung der Nachbilder überhaupt hegte.

Halten wir das Nachbild für von Hause aus weiss und sind der Meinung, dass es nur wegen der Verstimmung unseres Bewusstseins als roth vorgestellt werde, so müssen wir sagen, dass eben dieser secundäre Erregungszustand nicht den Charakter einer bestimmten Farbe, sondern den des Weiss, respective Grau, repräsentire. Er würde dann präsumptiver Weise qualitativ immer ein und derselbe sein, gleichviel welche Farbe primär eingewirkt hatte.

Stellen wir uns auf den Standpunkt der Young'schen Hypothese, so müssen wir, um ein von Hause aus grünes Nachbild zu erklären, annehmen, dass in allen Fasern ein secundärer Erregungszustand eintrete, dass derselbe aber in denjenigen am stärksten ausfalle, welche der primären Erregung zum Roth den meisten Widerstand geleistet hatten. Man denke sich, dass der Verlust an lebendiger Kraft, welchen die in die Netzhaut eintretenden Strahlen innerhalb derselben erlitten, unabhängig oder doch nur in untergeordnetem Grade abhängig davon gewesen sei, ob der Strahl in ein Nervenelement eindrang, das uns die Empfindung Roth verursacht, oder in ein solches, das uns die Empfindung Grün, oder in ein solches, das uns die Empfindung Violet erzeugt.

Man denke sich weiter, dass derjenige Theil der verlorenen lebendigen Kraft, der die primäre Wirkung erzeugte, als lebendige

Kraft abgegeben und in irgend welcher Gestalt zum Gehirne fortgeleitet wurde: dass sich dagegen der Rest der verlorenen lebendigen Kraft an Ort und Stelle in Spannkraft umsetzte, und dass sich diese, nachdem der Reiz aufgehört hatte zu wirken, wieder zu lebendiger Kraft regenerirte und so unser Nachbild hervorbrachte. Wenn die so entstandene lebendige Kraft einen an ihrer Erzeugungsstätte angebrachten wirksamen Reiz repräsentirte, so erklärt sich daraus erstens, dass unser Nachbild positiv und zweitens dass es complementär gefärbt war, weil der Annahme nach in den betreffenden Elementen um so mehr Spannkraft angehäuft war, einen je grösseren Widerstand sie der primären Erregung zum Roth entgegengesetzt hatten. Es erklärt sich hierdurch auch, dass das Nachbild nicht den Eindruck einer gesättigten, sondern den einer mit Weiss gemischten Farbe machte; weil eben alle Netzhautelemente, die das Licht getroffen, secundär erregt wurden, nur diejenigen schwächer, welche bereits mit stärkeren primärer Empfindung antworteten.

In dieser Hypothese liegt auch eine Erklärung dafür, dass die Helligkeit, welche durch mässig schnelles Drehen erzeugt werden konnte, verhältnissmässig so bedeutend erschien, gegenüber der, welche wir durch das ruhende Glas wahrnahmen. Nach ihr kam uns nämlich bei ruhender Scheibe die Hauptmasse der Lichtempfindung durch eine beschränkte Anzahl von Nervenfasern zu, die übrigen, als für rothes Licht primär schwer erregbar, nahmen daran nur geringen Antheil. Eine Zunahme der objectiven Helligkeit konnte hier nur immer eine verhältnissmässig geringe Zunahme der subjectiven Helligkeit hervorrufen, denn die Roth empfindenden Fasern waren schon schwer erregbar durch die Steigerung der inneren Wiederstände, die übrigen waren an sich schwer erregbar für rothes Licht. Beim Drehen dagegen wurden gerade die letzteren vorzugsweise von der secundären Erregung angefasst und so eine gleichmässigere Betheiligung aller Netzhautelemente und damit eine verhältnissmässig grössere subjective Helligkeit hervorgerufen.

Nimmt man an, dass unser Nachbild eigentlich ganz weiss sei und nur vermöge der Verstimmung unseres Bewusstseins als complementär gefärbt vorgestellt werde, so muss man selbstredend unsere Hypothese dahin ändern, dass man voraussetzt die Menge der aufgespeicherten Spannkraft, die sich secundär in lebendige

Kraft umsetzt, sei unabhängig von der specifischen Erregbarkeit der Netzhautelemente.

Ähnliche Versuche, wie mit rothem Lichte, habe ich auch mit gelbem angestellt, indem ich die Scheibe ohne rothe Gläser anwendete und durch die Ausschnitte nach der Flamme einer Weingeistlampe sah, deren Docht mit Kochsalz eingerieben war. Die Flamme wurde ebenfalls beim mässig schnellen Drehen mehr hellgelb, beim sehr schnellen Drehen wieder satter gelb und (subjectiv) weniger lichtstark. Indessen war die Erscheinung doch weniger auffallend als beim rothen Lichte.

Durch ein grünes Glas gesehen zeigte die Glaskugel der vorerwähnten Öllampe einen schön gelb und violeten Flimmer, der bei sehr schnellem Drehen unter gleichzeitiger Abnahme der subjectiven Helligkeit schwand. Aber dies grüne Glas liess noch Strahlen von allen Wellenlängen durch; das monochromatische Grün verhielt sich wesentlich anders.

Diffuses Tageslicht fiel durch eine Spalte auf ein Flintglasprisma und aus diesem austretend durch die Ausschnitte der Scheibe 4 in die Augen. Beim Drehen wurde das Grün des so erzeugten Spectrums gelb und beim sehr schnellen Drehen unter gleichzeitiger Abnahme seiner Helligkeit wieder grün. Hier musste also die Farbenempfindung, welche durch die secundäre Erregung neu hinzugebracht wurde, nicht dem Complement des Grün, Purpur, entsprechen, sondern mehr einem dem Orange nahen Farbentone. Da beim Roth die secundäre Farbe dem Complemente genau oder doch sehr nahe zu entspricht, so liegt hierin eine Verschiedenheit beider Farben, deren Grund wir, wenn wir den Standpunkt der Young'schen Hypothese festhalten, wahrscheinlich darin suchen müssen, dass die Fasern, welche hier der primären Erregung den stärksten Widerstand entgegengesetzt hatten, andere waren als beim Roth, und dass gewisse uns noch nicht näher bekannte Unterschiede zwischen den verschiedenen Arten von Fasern rücksichtlich ihrer secundären Erregbarkeit stattfinden mögen. Zu bemerken ist, dass bei unserem Versuche das Grün unter verhältnissmässig immerhin geringer Änderung seiner subjectiven und bei gleich bleibender objectiver Lichtstärke eine ähnliche Wandlung zum Gelb eingeht, wie sie sonst auch bei bedeutender Steigerung der objectiven Helligkeit beobachtet wird.

Ich habe das Spectrum auch benützt, um in ähnlicher Weise das monochromatische Blau und Violet zu untersuchen, aber an ihnen keine ähnlichen Erscheinungen wahrnehmen können. Bei der mässigen Lichtstärke, unter der hier beobachtet wurde, beweist dies noch nicht, dass das Licht kurzer Schwingungsdauer überhaupt keine secundäre Wirkung erzeugt, aber das darf man daraus schliessen, dass dieselbe bei der secundären Wirkung, welche das Weiss als Ganzes hervorruft, gegenüber der von Roth, Gelb und Grün wenig in Betracht kommen wird, zumal da sich auch, als ich eine Flamme und später auch die bewusste Glaskugel durch eine Lösung von Kupferoxydammoniak betrachtete, wenigstens für mein Auge, keine sichere und unzweifelhafte Veränderung erzielen liess.

Kehren wir nun zu unseren ursprünglichen Versuchen mit den Scheiben 1, 2 und 3 zurück, so kann man wohl nach dem Bisherigen keinen Zweifel hegen, dass es, wenn auch vielleicht nicht ausschliesslich, doch sicher zum guten Theil, die von den einzelnen Componenten des Weiss erregten Nachbilder waren, welche den Ring, in dem 17·6 Reizungen auf die Secunde kamen, heller erscheinen liessen als den, in welchem Weiss und Schwarz doppelt so oft mit einander abwechselten. Auch beim rothen, gelben und grünen Lichte war bei 17·6 Reizungen in der Secunde die subjective Helligkeit stets grösser als beim sehr schnellen Drehen und die Farbe verändert; ob aber beide Erscheinungen gerade im Maximum waren, konnte ich nicht ermitteln, weil sie sich beim schnelleren und langsameren Drehen anfangs nur langsam änderten und mit der Dauer des Versuches die Verstimmung des Bewusstseins durch das farbige Licht so sehr zunahm, dass ich mir kein sicheres Urtheil mehr zutrauen konnte.

Die beim Drehen unserer Scheiben entstehenden subjectiven Farben, welche ich die Fechner'schen nennen will, hat man bis jetzt mit dem Entdecker auf das ungleichzeitige Eintreten und Vergehen der verschiedenen durch die verschiedenen Strahlen des weissen Lichtes erregten Farbenempfindungen oder auf das zeitliche Auseinanderfallen ihrer Maxima, also ausschliesslich auf die primäre Wirkung zurückgeführt. Wir müssen jetzt, so weit es thunlich ist, ermitteln, welcher Antheil an ihnen der secundären Erregung zukommt.

Drehe ich die Scheibe 1 mit einer Geschwindigkeit von 27½ Kurbelumgängen in der Minute, so sehe ich das Schwarz des ersten Ringes am Centrum grün. Das Grün ist, wenn es schwach ist, dunkel olivengrün, wenn es aber, wie dies gewöhnlich nach einiger Zeit geschieht, lebhafter wird, ziemlich rein grün, weder entschieden blaugrün, noch entschieden gelbgrün. Dieses Grün rührt von der secundären und nicht von der primären Wirkung her. Dass das letztere nicht der Fall sei, erkennt man schon daran, dass die Grenze zwischen Schwarz und Weiss noch gut und deutlich gezeichnet ist. Man kann aber auch die Entwickelung des Nachbildes direct verfolgen, indem man allmählich langsamer dreht, dann verbreitet sich das Grün auch auf den zweiten und endlich auf den dritten Ring und nun sieht man oft recht deutlich, wie der vorangehende Theil des Sectors entsprechend dem schon von Purkyně beobachteten kurzen dunkeln Intervall noch schwarz oder doch dunkler ist und erst der übrige Theil lebhafter grün.

Dass dies Nachbild nach weissem Lichte grün erscheint, ist gewiss überraschend, und doch erschien es nicht mir allein so, sondern auch mehreren Anderen, denen ich es zeigte. Es scheint mir nicht erlaubt, dies mit der permanenten Verbreitung von rothem Licht im Innern der Augen in Zusammenhang zu bringen.

Ich habe in meinen Untersuchungen über subjective Farben (Denkschriften Bd. III, Seite 96, Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie Bd. 84, Seite 421) gezeigt, dass man in dem bekannten Versuche von Dr. Smith in Fochabers desshalb das eine der Doppelbilder grün, das andere roth sieht, weil im Auge der der Lichtquelle zugewendeten Seite mehr Licht durch Sclerotica und Chorioidea eindringt, in diesen Häuten durch Absorption roth wird, und nun als gefärbtes Licht die Retina verstimmt. Da nun überall, wenn wir uns in hellen Räumen befinden, dergleichen diffuses röthliches Licht in unsern Augen ist, so könnte man denken, vermöge der dauernden Einwirkung dieses Lichtes sei ein gewisser Grad von Abstumpfung für die Empfindung Roth vorhanden, in Folge welcher die secundäre Erregung als grün empfunden werde. Es müsste dann aber erstens erklärt werden, warum weisses Licht nicht auch primär, wenn es hinreichend geschwächt wird, die Empfindung von Grün erzeugt, und zweitens stimmt auch das Grün, welches ich auf der Drehscheibe sehe, nicht überein mit dem, welches ich im vor-

erwähnten Doppelbilde wahrnehme. Letzteres ist entschieden mehr blaugrün.

Fragen wir uns aber auch: Welches Recht hatten wir zu erwarten, dass das Nachbild weiss sein solle? Die Antwort lautet: Gar keines. Wir haben vorhin gesehen, dass die verschiedenen Componenten des Weiss sich in sehr ungleichem Maasse an der Hervorbringung der secundären Wirkung betheiligen; wir haben ferner gesehen, dass die secundäre Erregung bei der einen Farbe complementär zur primären war, bei der anderen aber nicht; wir haben endlich gesehen, dass die Zunahme der secundären Erregung bei wachsender objectiver Lichtstärke anderen Gesetzen folgt, als die der primären. Wesshalb sollte hier, wenn die Summe der primären Wirkungen Weiss ist, die Summe der secundären Wirkungen auch Weiss sein? Dass sie eben Grün ist, ist etwas was wir als eine Thatsache hinnehmen müssen, die sich nach den uns vorliegenden Daten nicht hätte voraus bestimmen lassen, die aber auch mit denselben in keinerlei fühlbarem Widerspruche steht.

Dreht man wieder mit der ursprünglichen Geschwindigkeit von $27^1/_2$ Kurbelumgängen in der Minute und betrachtet nun den zweiten Ring vom Centrum aus, so erscheint derselbe im ganzen weiss und schwarz, nur hat das Weiss einen bei mir schwach gelbgrünlichen, wenn das Auge bereits ermüdet ist, auch wohl perlmutterartig schillernden Überzug. Das Schwarz, auf dem bisweilen ein sehr dunkel indigblauer Schein entsteht, erscheint mir deutlich dunkler als das des ersten Ringes. Dies ist eine Thatsache, die auf den ersten Anblick sehr auffällt, da hier das schwarze Intervall doch nur halb so lang ist, als bei der gleichen Geschwindigkeit das im ersten Ringe; sie erklärt sich aber daraus, dass hier in dasselbe das dunkle Intervall zwischen Bild und Nachbild fällt, während das Nachbild selbst, welches im ersten Ringe auch auf Schwarz projicirt wurde, schon auf das nächstfolgende Weiss fällt. Dieser Ring, obgleich die Grenzen zwischen Schwarz und Weiss schon verwischt sind, ist doch mehr schwarz und weiss als irgend ein anderer der ganzen Scheibe. Es erklärt sich dies daraus, dass das schwache farbige Nachbild auf Weiss projicirt wenig sichtbar ist; andererseits aber zeigt es zugleich, dass bei dieser Geschwindigkeit des Wechsels die Erscheinungen, welche durch das zeitliche Auseinanderfallen der Farben in der primären Wirkung entstehen, noch sehr wenig merklich sind.

Aus dem so eben Beschriebenen können wir bestimmen, wie bald nach dem Aufhören des Reizes, unter Bedingungen, wie die unseren, das Nachbild auftritt. Bei $27\frac{1}{2}$ Kurbelumdrehungen in der Minute dauert jeder Umgang der Scheibe $\frac{300}{792}$ Secunden, also jedes schwarze oder weisse Intervall des zweiten Ringes als ein Viertel davon $\frac{75}{792}$, also nahezu ein Zehntel Secunde.

Es ist aber wohl zu bemerken, dass erstens dies nicht alles Pause zwischen Bild und Nachbild ist, sondern die Zeitdauer vom Aufhören des Reizes bis zum Erscheinen des Nachbildes, und zweitens, dass der Beginn der secundären Erregung nicht scharf als ein bestimmter Moment aufgefasst werden kann, indem sie, wie das grüne Nachbild bei ganz langsamer Drehung zeigt, sich allmählich, wenn auch ziemlich schnell, entwickelt und ebenso abklingt.

Der dritte Ring ist lebhaft farbig und flimmernd. Hier fällt offenbar das Nachbild wieder auf ein schwarzes Ringstück, aber von nun an sind die Intervalle auch so kurz, dass das Nachbild auch schon mit auf das Weisse hinübergreift, und bei dieser Geschwindigkeit nicht mehr gefragt werden kann, ob im vierten, fünften etc. Ringe das Nachbild auf einen schwarzen oder weissen Sector fällt, da es immer deren mehrere bedeckt. Zugleich existirt in diesem dritten Ringe für das Auge kein Schwarz und Weiss mehr, indem nun die chromatische Auflösung des letzteren in der primären Wirkung und die Verbreitung der Farben über das Schwarz bereits erfolgt. Wir haben also den farbigen Flimmer in diesem und dem folgenden Ringe (der fünfte ist bereits gleichmässig grau) aufzufassen als eine combinirte Erscheinung, die theils ihren Grund hat in dem zeitlichen Auseinanderfallen der Farben in der primären Empfindung, theils in dem periodischen Auftauchen der Nachbilder.

Dass wir gerade urtheilen, das Maximum der Helligkeit zeige sich bei 17·6 Reizungen in der Secunde, hat, wie mir scheint, darin seinen Grund, dass bei einer geringeren Anzahl die Netzhautelemente durch die primäre Wirkung noch nicht gleichmässig genug in Anspruch genommen, die Unterschiede von Hell und Dunkel noch zu gross sind, während bei einer grösseren Anzahl die Reizungen so rasch aufeinander folgen, dass dadurch die wirksame Entwickelung

des Nachbildes schon genugsam behindert wird, um von hier an wieder eine Abnahme der Helligkeit eintreten zu lassen.

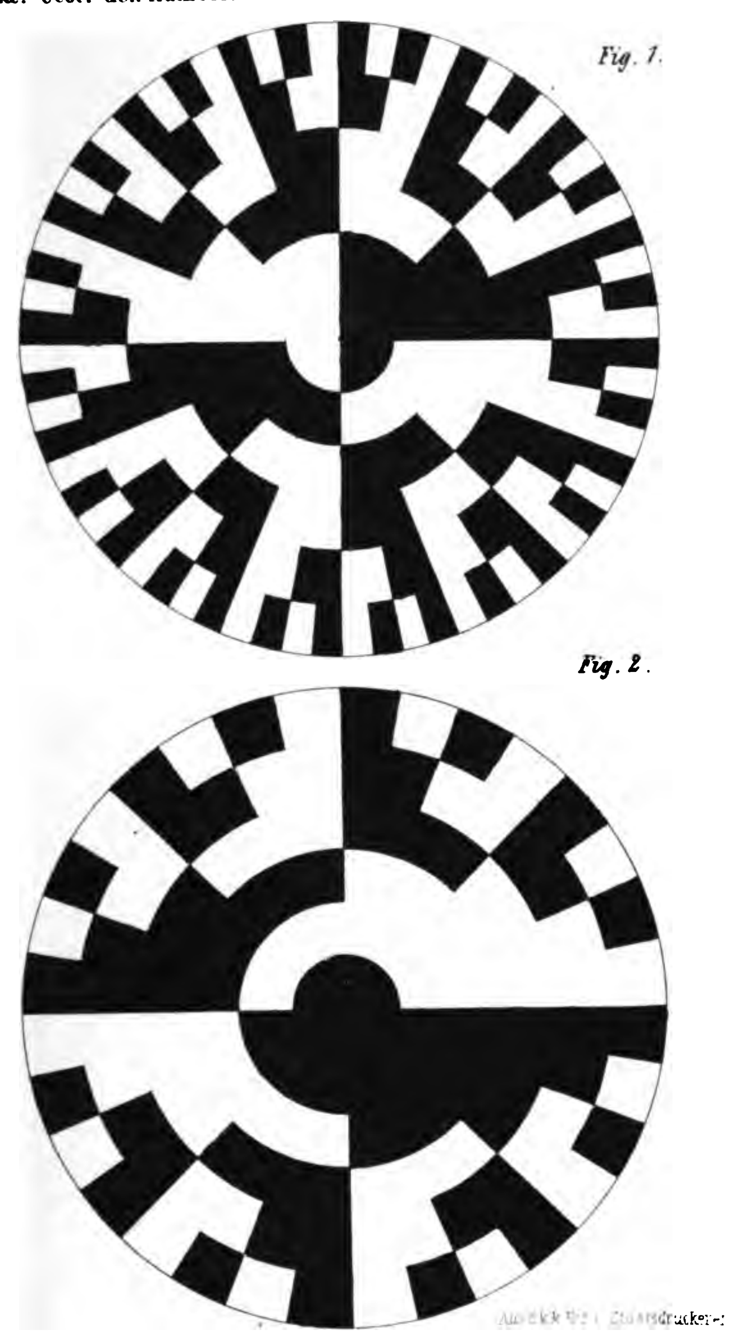
III.

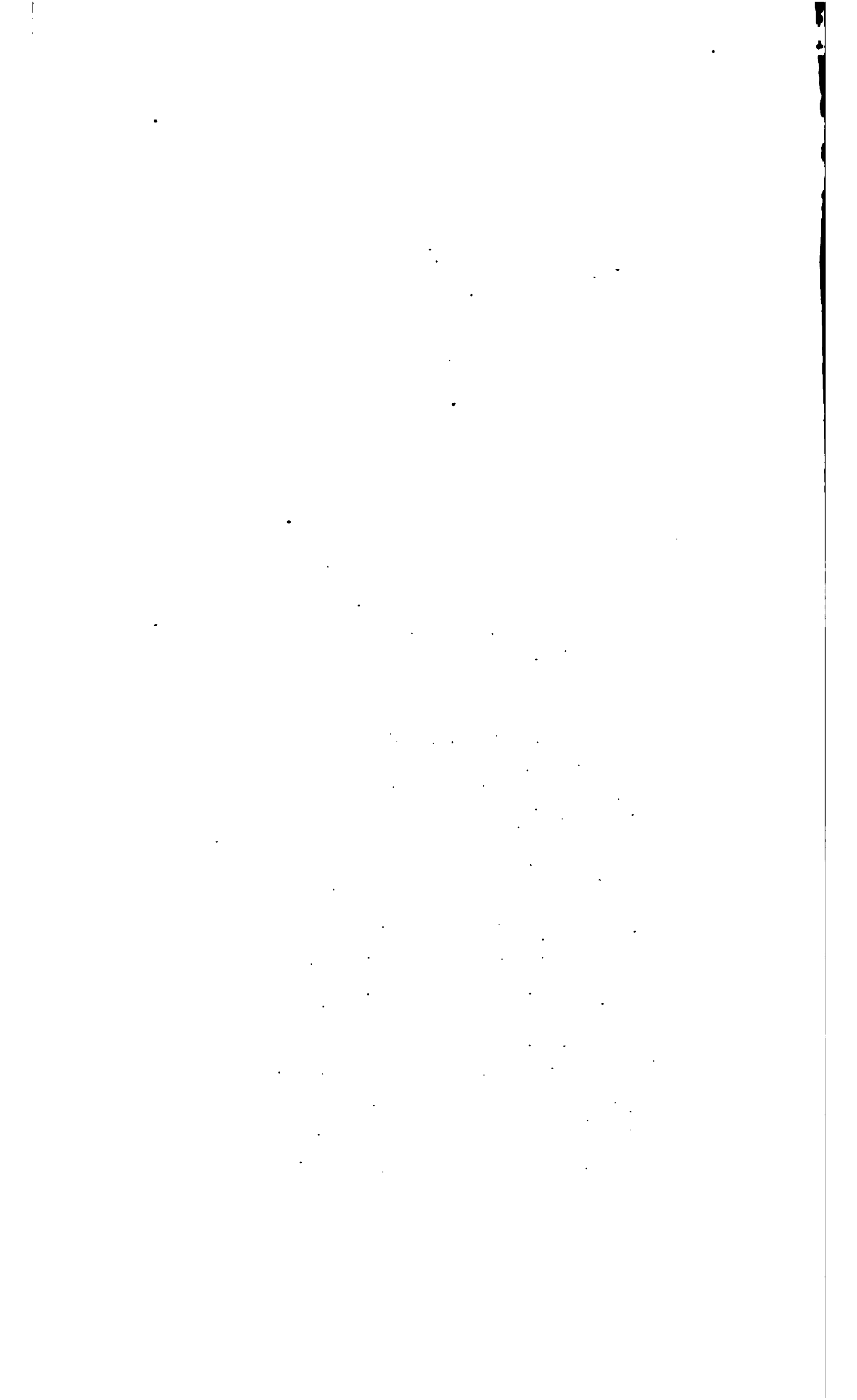
Es hat sich in unseren Versuchen gezeigt, dass sich der Nutzeffect einer gegebenen Lichtmenge erhöhen lässt, indem man sie nicht als continuirlichen, sondern als periodisch unterbrochenen Reiz verwendet. Man könnte daran denken, dies praktisch zu verwerthen. Es würde in der That nicht schwer sein, eine Gasbeleuchtung so einzurichten, dass jede Flamme in der Secunde 17 — 18mal klein und wieder gross wird, aber das unerträgliche Flimmern würde der Deutlichkeit des Sehens viel mehr schaden, als ihr durch die grössere Helligkeit genützt würde. Nur bei Signallichtern könnte man von diesem Übelstande absehen, aber auch hier darf man sich keinen wesentlichen Vortheil versprechen. So lange man ein Signallicht überhaupt noch hell und deutlich sieht, kommt nichts darauf an, ob es etwas heller oder etwas weniger hell erscheint; die Grenzen seiner Sichtbarkeit zu erweitern, nur das ist es, was man anstrebt, und das kann man auf unserem Wege nicht erreichen, weil mit sinkender Helligkeit die secundäre Wirkung rasch abnimmt, und in der Nähe der Grenze der Sichtbarkeit gleich Null ist.

Dagegen ist es von praktischem Interesse, zu wissen, wie lange ein mittlerer oder schwacher Lichtreiz einwirken müsse, um diejenige subjective Helligkeit hervorzubringen, welche er überhaupt hervorzubringen vermag. Bei Anwendung eines jeden Systems der Verständigung, das auf Combination von kürzer und länger dauernden Lichtzeichen beruht, kommt es darauf an, zu wissen, wie weit man die Dauer eines Zeichens verkürzen könne, ohne seine Tragweite dadurch zu beeinträchtigen. Da hierüber, so viel ich weiss, bis jetzt keine Beobachtungen gemacht sind, so habe ich folgenden Versuch angestellt:

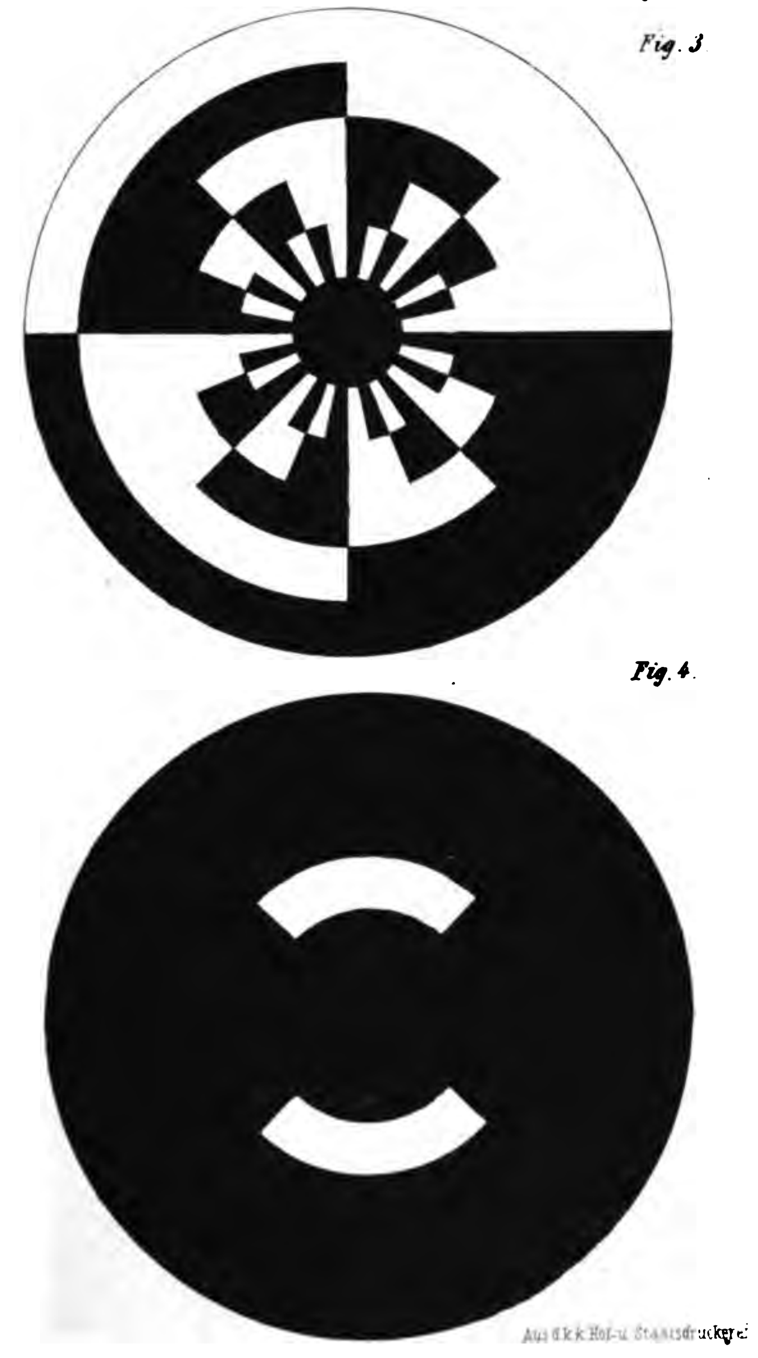
Eine weisse Scheibe mit einem schwarzen Halbringe (Fig. 5) wurde auf meinem Rotationsapparate befestigt. Indem ich sie durch ein umgekehrtes kleines galiläisches Fernrohr ansah, drehte ich sie erst langsam, dann schnell und schneller und dann allmählich wieder langsamer. Richtete ich nun das Fernrohr so, dass ich nur ein Stück der Scheibe, und zwar ein excentrisches im Sehfelde hatte,

so sah ich bei sehr schnellem Drehen natürlich einen grauen Bogen, der bei Verlangsamung der Umdrehungsgeschwindigkeit zu flimmern, in raschen Perioden heller und dunkler zu werden anfing: bei noch grösserer Verlangsamung aber verschwand er von Moment zu Moment ganz und erschien dann, scheinbar mit einer springenden Bewegung, wieder. Die Grenze, wo dies zuerst eintrat, war offenbar die, welche ich suchte, denn hier war auf Augenblicke das Sehfeld gleichmässig weiss, also jede Spur der vorhergegangenen dunkeln Unterbrechung verwischt und die subjective Helligkeit vollkommen zu derselben Höhe gelangt, wie bei dauernder Belichtung. Herr Dr. Stricker, Assistent am physiologischen Institute, und ich machten an einem nicht zu hellen Nachmittage des Jänner bei diffusem Lichte sechs Bestimmungen, indem jedesmal der eine von uns beobachtete und die Umdrehungen zählte, während der andere nach der Secundenuhr das Zeichen zum Beginn und Aufhören des Zählens gab. Wir zählten in den sechs Versuchen 28, 27, 26, 28, 26, 27 Kurbelumgänge in der Minute. Da ich bei der höchsten der erlangten Zahlen, bei 28 Kurbelumgängen in der Minute, noch die volle Gewissheit hatte, das Springen jedes einzelne Male gesehen zu haben, so kann ich diese der weiteren Rechnung zu Grunde legen. Sie entspricht 161·28 Umdrehungen der Scheibe in der Minute. Jede Umdrehung dauerte also 60:161·28, das sind 0·372 Secunden, und da das Weiss die halbe Peripherie einnahm, so war die Dauer der Reizung 0·186 Secunden. Ein Lichtsignal also, dass 0·186 Secunden dauert, wird noch ebenso weit hin wahrnehmbar sein, wie wenn es mit derselben Lichtstärke beliebig längere Zeit geleuchtet hätte, geht man aber unter diesen Zeitwerth hinunter, so kann dies voraussichtlich nur auf Kosten der Reichweite des Signals geschehen, wenn man es nicht in seiner Hand hat, die Lichtstärke entsprechend zu steigern. Diese Zahl wird desshalb auch überall da zu berücksichtigen sein, wo man ein Signallicht remittirend einrichtet, sei es um am Leuchtmaterial zu sparen, sei es um das Signal von anderen Lichtern zu unterscheiden.


Fig. 1.
Fig. 2.



Brücke. Ueber den Nutzeffect intermittirender Netzhautreizungen. Taf. II.



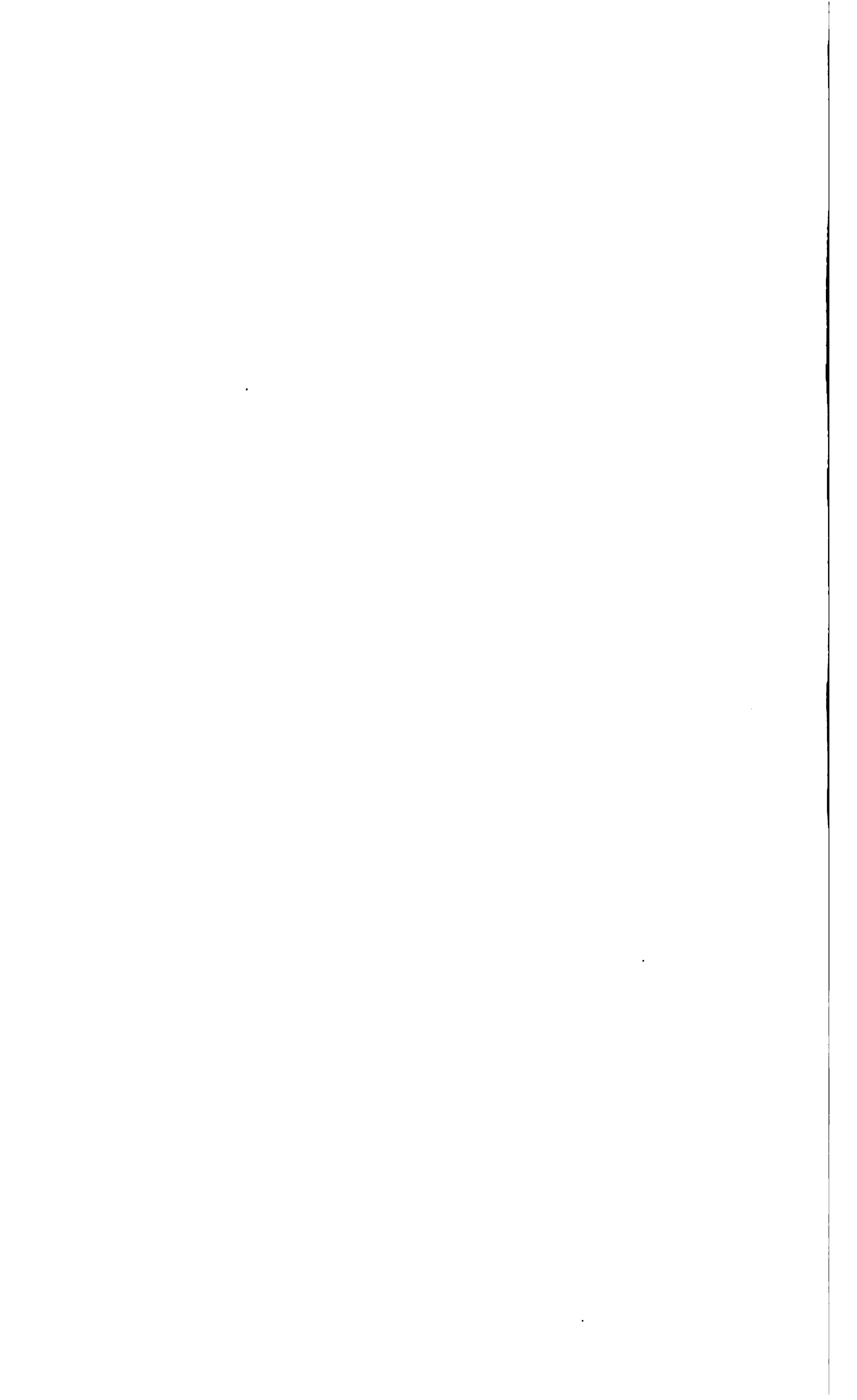
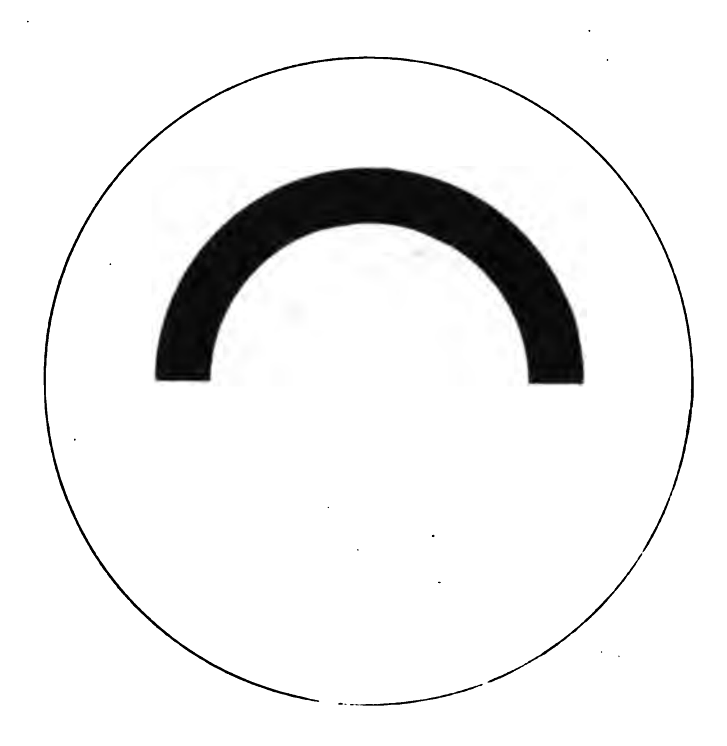
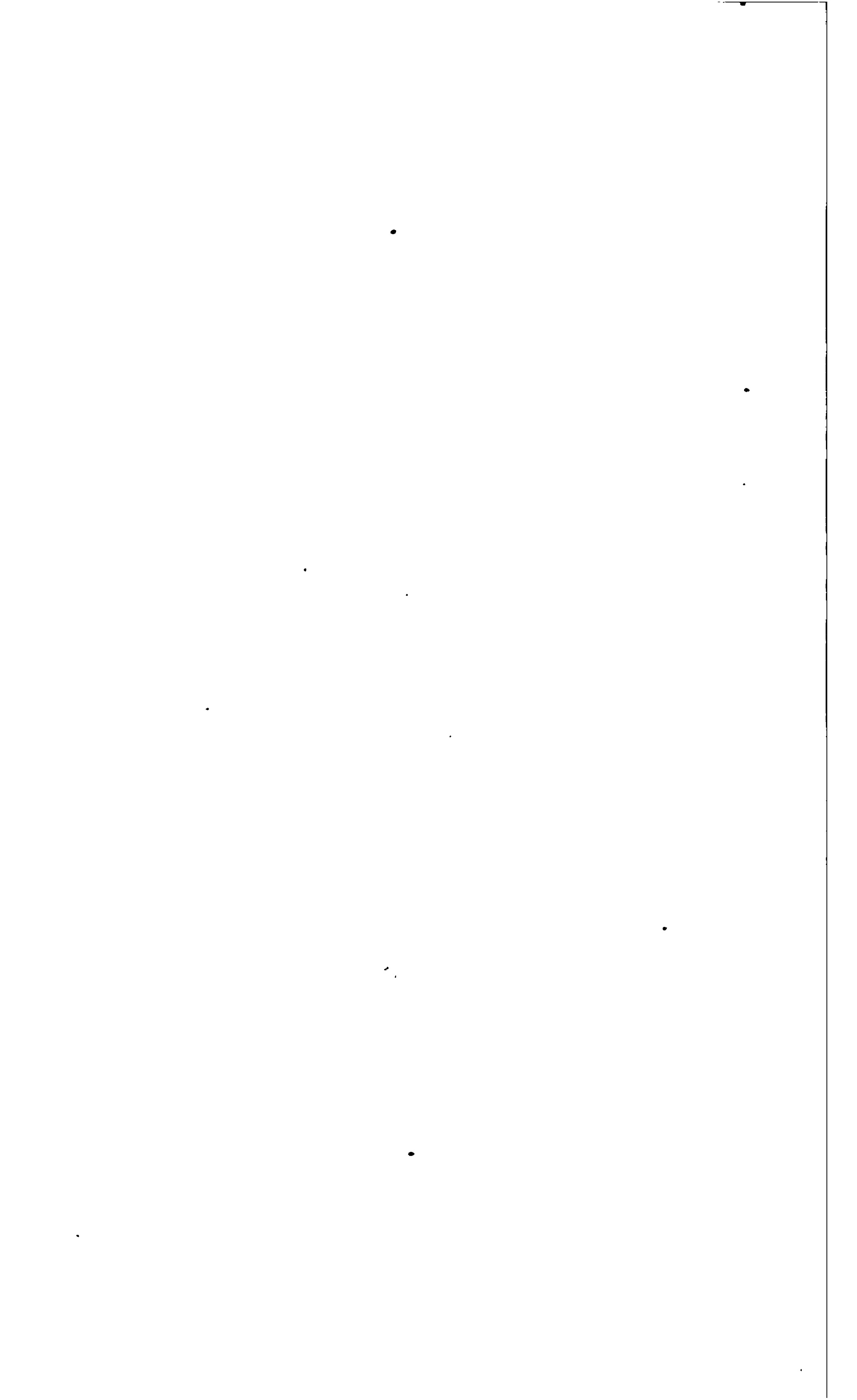


Fig. 5.



Aus d. k. k. Hof-u. Staatsdruckerei

Sitzungsb. d. k. Akad. d. W. math. naturw. Cl. XLIX. Bd. II. Abth. 1864



Die jedem Fachmanne bekannten, bei der raschen Entwickelung der Wissenschaft von Jahr zu Jahr sich steigernden Unzukömmlichkeiten, welche mit der cumulativen Herausgabe von Abhandlungen verbunden sind, die sich auf sämmtliche naturwissenschaftliche Fächer beziehen, haben die mathematisch-naturwissenschaftliche Classe der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften bestimmt, ihre Sitzungsberichte in zwei gesonderten Abtheilungen erscheinen zu lassen.

Die **erste Abtheilung** enthält die Abhandlungen aus der Mineralogie, Botanik, Zoologie, Anatomie, Geologie und Paläontologie; die **zweite Abtheilung** die aus der Mathematik, Physik, Chemie, Physiologie, Meteorologie, physischen Geographie und Astronomie.

Von jeder dieser Abtheilungen erscheint jeden Monat mit Ausnahme von August und September ein Heft, welches drei Sitzungen umfasst. Der Jahrgang enthält somit zehn Hefte.

Dem Berichte über jede Sitzung geht eine vollständige Übersicht aller in derselben vorgelegten Abhandlungen voran, selbst wenn diese nicht zur Aufnahme in die Schriften der Akademie bestimmt werden.

Der Preis des Jahrganges beträgt für eine Abtheilung 12 Gulden ö. W.

Von allen grösseren Abhandlungen kommen Separatabdrücke in den Buchhandel und sind durch die akademische Buchhandlung Karl Gerold's Sohn zu beziehen.



SITZUNGSBERICHTE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

XLIX. BAND. II. HEFT.

Jahrgang 1864. — Februar.

(Mit 1 Tafel.)

ZWEITE ABTHEILUNG.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Physik, Chemie, Physiologie, Meteorologie, physischen Geographie und Astronomie.

WIEN.

AUS DER KAIS. KÖN. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI KARL GEROLD'S SOHN, BUCHHÄNDLER DER KAISERL. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1864.

INHALT.

IV. Sitzung vom 4. Februar 1864: Übersicht 157

Haidinger, Der Meteoritenfall von Tourinnes-la-Grosse Nr. 2 158

Seegen, Physiologisch-chemische Untersuchungen über den Einfluss des Glaubersalzes auf einige Factoren des Stoffwechsels. (Mit 1 Tafel.) 160

V. Sitzung vom 18. Februar 1864: Übersicht 201

Hlasiwetz u. Barth, Über einen neuen, dem Orcin homologen Körper 203

VI. Sitzung vom 25. Februar 1864: Übersicht 208

Unferdinger, Aufstellung einer neuen Pendelformel und Darlegung einer Methode aus der Länge des Secundenpendels in verschiedenen Breiten die Fliehkraft und die Form und Grösse der Erde zu bestimmen 210

— Vergleichung der Pendelformel mit den Beobachtungen 220

Waltenhofen, v., Beobachtungen über die Polarisation constanter Ketten und deren Einfluss bei Spannungsbestimmungen nach der Compensationsmethode . . . 229

Knochenhauer, Über den Zusammenhang des Magnetismus mit den Oscillationen des Batteriestroms 249

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

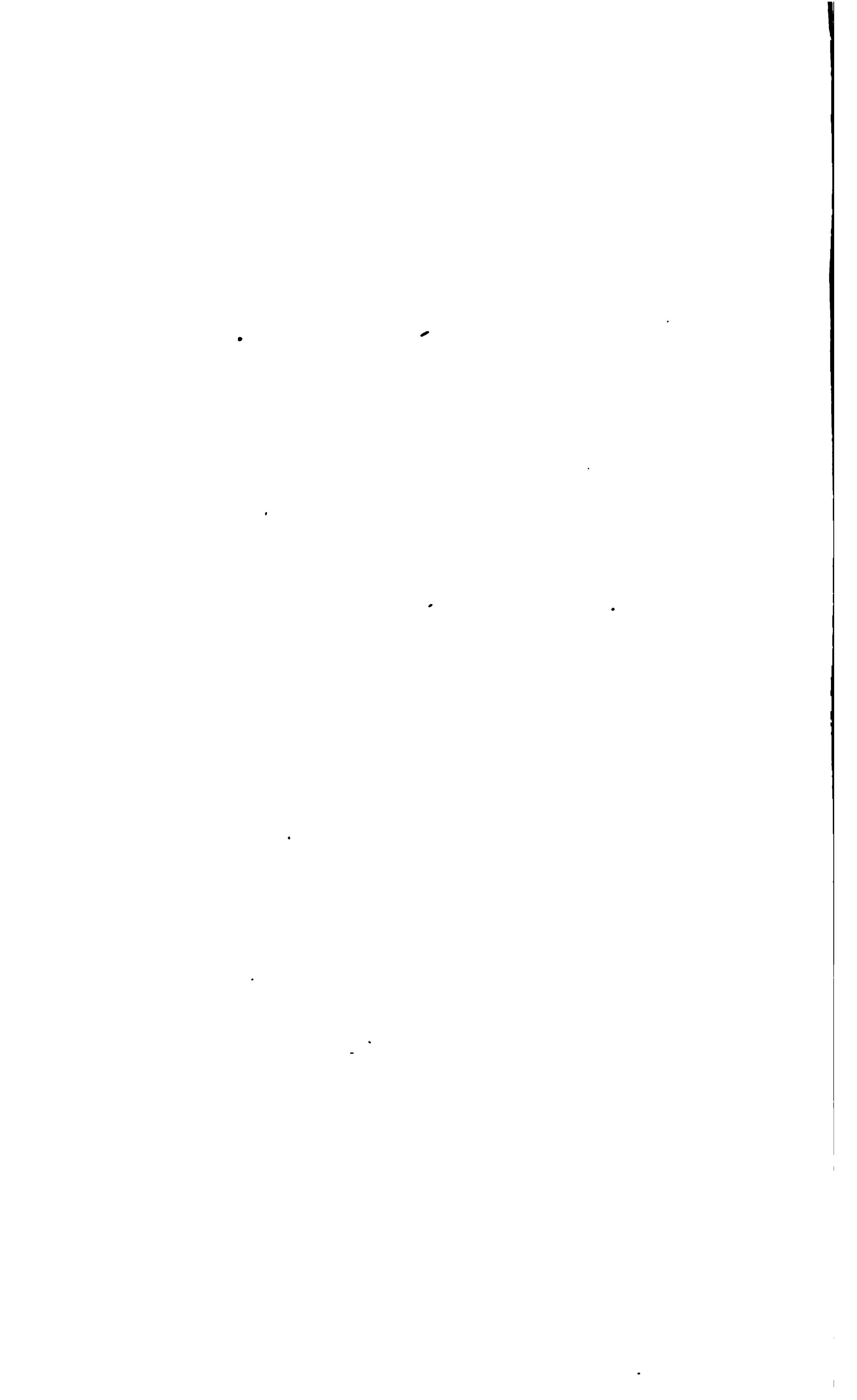
MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

XLIX. BAND.

ZWEITE ABTHEILUNG.

2.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Physik, Chemie, Physiologie, Meteorologie, physischen Geographie und Astronomie.



IV. SITZUNG VOM 4. FEBRUAR 1864.

Herr Dr. Edm. Reitlinger, Privatdocent der Physik an der Wiener Universität, übermittelt ein versiegeltes Schreiben mit dem Ersuchen um dessen Aufbewahrung zur Sicherung seiner Priorität.

Herr Hofrath W. Haidinger übersendet eine Abhandlung: „Der Meteoritenfall von Tourinnes-la-Grosse" Nr. 2.

Vom Herrn K. Moshammer, Lehrer an der Ober-Realschule zu Görz, ist eine Abhandlung eingelangt, betitelt: „Centralprojection der Linien zweiter Ordnung".

Herr Dr. A. Boué zeigt eine von dem Afrika-Reisenden, Dr. Barth, herausgegebene *Carte routière* durch die ganze europäische Türkei, und knüpft daran einige Bemerkungen über die von Herrn Major v. Scheda herausgegebenen zwei Blätter der Karte Serbiens.

Herr Dr. S. Šubic, Lehrer an der Communal-Realschule in der Rossau, legt eine Abhandlung „über die innere Arbeit und specifische Wärme" vor.

Herr Prof. Dr. J. Seegen überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Physiologisch-chemische Untersuchungen über den Einfluss des Glaubersalzes auf einige Factoren des Stoffwechsels".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia Real das Sciencias de Lisboa: Classe de Sciencias moraes, politicas e Bellas-Lettras. Nova Serie. Tomo III, Parte 1. Lisboa, 1863; 4°. — Classe de Sciencias mathematicas, physicas e naturaes. N. S. Tomo III, Parte 1. Madrid, 1863; 4°.

Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna: Memorie. Serie II. Tomo II, Fasc. 3 & 4; Tomo III, Fasc. 1. Bologna, 1863; 4° — Rendiconto. Anno accademico 1862—1863. Bologno, 1863; 8°.

Annales des mines. VI° Serie. Tome IV°. 5° Livraison de 1863. Paris, 1863; 8°.

Astronomische Nachrichten. No. 1459—1460. Altona, 1864; 4°.

Bauzeitung, Allgemeine. XXVIII. Jahrgang. XI. & XII. Heft. Nebst Atlas. Wien, 1863; 4° & Folio.

Clausius, R., Über einen Grundsatz der mechanischen Wärme-Theorie. (Vorgetragen am 15. August 1863, in der zu Samaden abgehaltenen Versammlung der schweizerisch. naturforschenden Gesellschaft.) — Über die Concentration von Wärme- und Lichtstrahlen und die Grenzen ihrer Wirkung. (Vorgetragen in der Züricher naturf. Gesellsch. am 22. Juni 1863.) 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LVIII, No. 1. Paris, 1864; 4°.

Cosmos. XIII° Année, 24° Vol., 4° — 5° Livraisons. Paris, 1864; 8°.

Encke, J. F., Berliner astronomisches Jahrbuch für 1866. Berlin, 1863; 8°. — Ephemeriden der seit 1845 entdeckten Planeten für das Jahr 1864. Supplement zu dem Berl. Jahrb. für 1866. Berlin, 1864; 8°.

Gewerbe-Verein, nieder-österr.: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrg. 1863, 12. Heft. Wien, 1864; 8°.

Istituto, R., Lombardo di Scienze, Lettere ed Arti: Atti. Vol. III. Fasc. XV—XVIII. Milano, 1863; 4°.—Memorie. Vol. IX. (III. della Serie II.) Fasc. IV. Milano, 1863; 4°. — Atti della distribuzione dei premj seguita 7. Agosto 1863. 8°.— Temi sui quali e aperto concorso.

— I. R., Veneto di Scienze, Lettere ed Arti: Atti. Tomo VIII. Serie 3a. Disp. 10a. Venezia, 1862—63; Tomo IX. Serie 3a. Disp. 1ma. Venezia, 1863—64; 8°. — Memorie. Vol. XI, Parte II. Venezia, 1863; 4°.

Land- und forstwirthschaftl. Zeitung. XIV. Jahrg. Nr. 4. Wien, 1864; 4°.

Mondes. 2me Année. Tome III. 3° — 4° Livraisons. Paris, Tournai, Leipzig, 1864; 8°.

Moniteur scientifique. 170° Livraison. Tome VI°, Année 1864. Paris; 4°.

Personalstand des königl. böhmischen Polytechnischen Landes-Institutes in Prag und Ordnung der Vorlesungen im Studienjahre 1863/64. Prag, 1863; 4°.

Reader, The, a Review of Literature, Science and Art. No. 57, Vol. III. January 30, 1864. London; Folio.

Société Impériale de Médecine de Constantinople: Gazette médicale d'orient. VIIe Année, No. 9. Constantinople, 1863; 4°.

Society, The Royal Astronomical: Monthly Notices. Vol. XXIV. No. 1. London, 1863; 8°.

— the Royal Geographical: The Journal. Vol. XXXII. 1862. London; 8°.

Wiener medizinische Wochenschrift. XIV. Jahrgang. Nr. 4—5. Wien, 1864; 4°.

Wochen-Blatt der k. k. steierm. Landwirthschafts-Gesellschaft. XIII. Jahrg. Nr. 6. Gratz, 1864; 4°.

Zantedeschi, Francesco, Discussioni intorno alla camera lucida applicata alla Fotografia dei prototipi del mondo esterno; all'influenza della elettricità nei fenomeni della rugiada e della brina e ad un provvedimento di acque potabili per la città marittime e terre fluviali. Padova e Venezia, 1863—64; 8°.

Der Meteoritenfall von Tourinnes-la-Grosse Nr. 2.

Mittheilung von dem w. M. W. Haidinger.

Ich verdanke der freundlichen Gewogenheit des Herrn Dr. Armand Thielens in Tirlemont, als Entgegnung auf meine Nachfrage, die folgende Schilderung des Vorganges, welche Einiges mit grösserer Genauigkeit, Anderes ganz neu enthält, was sich auf jenen Fall bezieht, und daher als Berichtigung und Erweiterung der Kenntniss sich darstellt. Ich gebe es hier in raschem Überblicke.

Die Erscheinung fand Statt am 7. December 1863, beiläufig um 11 Uhr.

Der Himmel war überzogen, etwas düster, doch die Witterung milde und windstill.

Plötzlich erschien in mittlerer Höhe der Luft eine leuchtende Kugel, von einem kometenartigen Schweife gefolgt.

Mit grosser Geschwindigkeit durchlief die Kugel einen Theil des Himmels von Südost gegen Nordwest und verbreitete ein weissliches Licht, ähnlich einem schmelzenden Metalle. Indessen zeigten verschiedene Stellen, namentlich in dem Schweife, eine mehr rothe Farbe und es glich dies einer Art von Aufwallen mit einem rauchähnlichen Stoffe *(l' on y voyait des espèces de bouillonements avec une matière fumeuse)*. Die Dauer der ganzen Erscheinung war höchstens 8—10 Secunden.

Bald darauf entstand ein grosses Getöse. Man verglich es dem Schalle mehrerer Trommeln, dem eines zusammenstürzenden Hauses, oder dem Umstürzen eines mit Pflastersteinen beladenen Wagens. Hierauf endlich ein Pfeifen, mit dem Sturze von zwei Aërolithen.

Der erste fiel in ein Tannengehölz, genannt Perebosch, am äussersten Ende des Dorfes Opvelp und des Hofes la Misère. Bevor er die Erde erreichte, zerbrach er eine Tanne von 60 Centim. (1 Fuss 11 Zoll) Umfang, und schlug dann in den Erdboden ein. Er war ganz, brennend heiss (brulante) und wog ungefähr 17 Kilogr.

(12 Pfd. 15 Loth). Die genauen Abmessungen der durch den Stein in dem Erdboden verursachten Vertiefungen sind: Tiefe und Breite, jedes 15 Centim. (5³/₄ W. Zoll), Länge 30 Centim. (11¹/₂ W. Zoll).

Der zweite Stein, 7¹/₂ Kilogr. (13 Pfd. 11¹/₂ Loth) schwer, fiel in einer Gegend, genannt le Culot unterhalb Tourinnes-la-Grosse er fiel auf die Hochstrasse (la Grand'route) und zerbrach einen Pflasterstein, den er auf 3 — 4 Centim. (1 — 1¹/₂ Zoll) tief in den Boden eindrückte, aber dabei in 25 — 30 Stücke zerschellte. Die Hitze derselben war so gross, dass der sie zuerst berührte, stark die Finger verbrannte.

Es scheint nicht, dass in den Schall-Erscheinungen irgend an einem Punkte eine Verschiedenheit von den oben bezeichneten wahrgenommen worden wäre.

Auf der Vandermaelen'schen Karte in dem Maasse von 1 : 20.000 liegt Tourinnes unter 0° 25′ 19″ östl. L. und 50° 46′ 54″ nördl. B. Der erste Stein fiel 2·800 Meter (8.800 Fuss) nördlich von diesem Punkte in das Tannengehölz.

Die obigen Mittheilungen bilden eine sehr werthvolle Ergänzung der früheren Angaben, und lassen erwarten, dass ein späterer umfassender Bericht der ganzen Erscheinung wird zur Bereicherung der Wissenschaft aufgenommen werden können.

Physiologisch-chemische Untersuchungen über den Einfluss des Glaubersalzes auf einige Factoren des Stoffwechsels.

Von Prof. Dr. J. Seegen,
prakt. Arzt in Karlsbad.

(Mit 1 Tafel.)

Unsere Kenntniss über die Bedeutung des Glaubersalzes für den thierischen Organismus ist eine sehr geringe. Wir wissen, dass grössere Mengen dieses Salzes dünnflüssige Stuhlgänge veranlassen. Wahrscheinlich ist, wie Liebig es zuerst ausgesprochen, das grosse endosmotische Äquivalent des Salzes Ursache dieser Wirkung; das Salz entzieht, wenn es trocken eingeführt wird, dem Blute Wasser, oder es verhindert, wenn es in wässeriger Lösung eingenommen wird, den Übertritt dieses Wassers in's Blut, die Fäcalmassen werden durch das Wasser verflüssigt und mit ihnen wird auch zugleich der grösste Theil des eingeführten Salzes aus dem Körper entfernt.

Nur eine geringe Menge des eingeführten Glaubersalzes wird resorbirt. Sick[1]) hat über die Resorption von schwefelsaurem Natron an sich selbst Versuche angestellt. Nach seinen Untersuchungen war der normale SO_3-Gehalt des Harns im Mittel täglich 2·4 Grm. Führte er soviel Glaubersalz ein, dass dessen Schwefelsäuregehalt gleich kam einem Drittel der täglich durch den Harn ausgeschiedenen Schwefelsäure, also 0·8 Grm., dann fand er diese zugeführte Schwefelsäure vollständig im Harn wieder. Bei Zufuhr der doppelten Schwefelsäuremenge, nämlich 1·6 Grm., wurde 1·2 Grm. im Harn gefunden, diese Menge blieb unverändert, als dem Körper die dreifache Schwefelsäuremenge zugeführt wurde. Mit der Aufnahme von 1·2 Grm. Schwefelsäure war also in Sick's Versuchen der Körper an die Grenze der Resorption angelangt, was mehr zugeführt wurde, gelangte wieder mit den dünnflüssigen Fäcalstoffen nach aussen.

Über die Rolle, welche das resorbirte Salz im Körper spielt, über die physiologischen Wirkungen, welche es übt, wissen wir

---

[1]) Sick, Versuche über die Abhängigkeit des Schwefelsäuregehaltes des Urins von der Schwefelsäurezufuhr. Tübingen 1859.

nichts. Betheiligt sich das Salz am Aufbau der organischen Substanz? Übt es einen bestimmten Einfluss auf Qualität und Quantität der Secrete? Modificirt es die Resorption oder wirkt es verändernd auf den Stoffumsatz? Wir wissen auf keine dieser Fragen eine Antwort. Nur die therapeutischen Wirkungen, welche die Glaubersalzwässer, wenn sie durch längere Zeit in kleinen Quantitäten genommen werden, üben, deuten darauf hin, dass das Salz auf seinem Durchgange durch das Blut auf die wichtigsten Functionen des Stoffumsatzes Einfluss nehme. Versuche[1]), die ich über die Wirkungen der Glaubersalzwässer auf den gesunden Organismus anstellte, bestätigten diese aus den therapeutischen Erfahrungen geschöpfte Annahme in überraschender Weise. Die Ergebnisse dieser Versuche bestimmten mich die Wirkungen des Glaubersalzes in kleinen Quantitäten zum Gegenstande meiner Untersuchung zu machen, und meine Aufgabe ging dahin, den Einfluss zu bestimmen, welchen die Zufuhr von kleinen Mengen schwefelsauren Natrons, bei sonst gleich bleibenden Lebensbedingungen auf einige Functionen des Stoffumsatzes übt.

Ich wählte zu Versuchsobjecten Hunde, da es nur bei Thieren möglich ist, durch längere Zeit annähernd gleiche Lebensbedingungen zu erhalten. Ich habe die Versuche mit manchen Modificationen in drei auf einander folgenden Wintersemestern ausgeführt[2]) und es diente für jede Versuchsreihe ein anderes Thier. Die Versuchsdauer war eine beträchtliche, bei dem ersten Hunde dauerte die jeweilige Versuchszeit, sowohl die Normalperiode als auch die Glaubersalzperiode, 30 Tage und auch bei den späteren Versuchen wurden nur längere Reihen zum Ausgangspunkte des Vergleiches genommen. Bei den meisten Untersuchungen über die Einwirkung irgend eines Factors auf den Stoffumsatz wurden die Vergleichszeiten zu kurz genommen. Der thierische Organismus arbeitet

---

[1]) Seegen, Physiologisch-chemische Untersuchungen über den Einfluss des Karlsbader Mineralwassers auf einige Factoren des Stoffwechsels. Wiener medicinische Wochenschrift. 1860.

[2]) Die Arbeit wurde im physiologischen Institute und im chemischen Laboratorium der hiesigen Josephs-Akademie ausgeführt. Die beiden Vorstände dieser Institute, die Herren Professoren Ludwig und Schneider haben mich auf's Kräftigste durch Rath und That unterstützt, und ich fühle mich ihnen dafür zu aufrichtigem Danke verpflichtet.

nicht so regelmässig, dass in gleichen Zeitabschnitten ein gleicher Umsatz stattfindet, selbst unter ganz gleichen Lebensbedingungen geschieht es, dass eine Ausscheidung durch zwei oder drei Tage langsam von Statten geht und dass dann mit einem Male eine Ausgleichung stattfindet. Jede unserer Tabellen bestätigt dies; die Körperzu- oder Abnahme erfolgt nicht stetig, durch mehrere Tage sehen wir das Körpergewicht gleich bleiben, und dann wird mit einem Sprunge das Gewicht bedeutend vermehrt oder vermindert, die Harnausscheidung bei gleicher Wasserzufuhr ist durchaus nicht gleichmässig und dasselbe gilt auch für die Harnbestandtheile. Wenn man also aus der Vergleichung von sehr kurzen, zwei-, drei-, oder fünftägigen Versuchsreihen Schlüsse zieht, ist es denkbar, dass die Differenz, zumal wenn dieselbe nicht ganz auffallend gross ist, nur durch die erwähnte Ungleichmässigkeit der Ausscheidung veranlasst wird. Nur durch lange Versuchsreihen kann dieser Fehler möglichst eliminirt werden, und daher sind lange Reihen die Grundbedingung für Untersuchungen über den durch äussere Factoren modificirten Stoffumsatz.

Das Verfahren, welches ich bei meinen Untersuchungen beobachtete, war folgendes: der jeweilige Versuchshund wurde in einen mit Zinkplatten ausgelegten Hundestall gebracht und ihm täglich die gleiche Nahrungs- und Getränkemenge gegeben. Mit wenigen in der weitern Darlegung zu erwähnenden Ausnahmen erhielt das Thier täglich 500 Grm. Pferdefleisch, 100 Grm. Schweinefett und 500 CC. Wasser. Das Fleisch wurde für drei bis vier Tage voraus angeschafft und war meist von dem gleichen Thiertheil, ich präparirte es täglich selbst und befreite es möglichst von Fett und Sehnen. Das Schweinefett wurde in grösseren Portionen, 10 bis 12 Pfund gekauft, so dass die Zusammensetzung für längere Zeit dieselbe war. Das Wasser, stets von demselben Brunnen, wurde den beiden genannten Nahrungsmitteln hinzugefügt, und das Ganze in einer reinen Porzellanschale so weit erwärmt, bis das Fett geschmolzen war. Der Hund wurde nun daran gewöhnt, jeden Morgen, so wie er aus seinem Zinkstalle herausgelassen wurde, den Harn in ein ihm untergehaltenes Glas zu entleeren. Es genügten meist acht Tage, um den Hund dazu zu bringen, die Gesammtharnmenge in's Glas zu entleeren. Um aber jeden Harnverlust zu verhüten, wurde unter einer Öffnung, welche sich in der Mitte des nach dieser

Öffnung zu abschüssigen Stallbodens befand, ein Gefäss aufgestellt, in welchem sich der etwa im Stalle gelassene Harn ansammelte.

Die Fütterung in der eben angeführten Weise wurde durch 2—3 Wochen fortgesetzt, ehe zur Untersuchung der Ausscheidungen geschritten wurde. Die Nahrung, die der Hund erhielt, war nämlich von seiner früheren — dem gewöhnlichen Hundefutter — so verschieden, dass dadurch natürlich ein ganz veränderter Stoffwechsel eintreten musste, und dass daher die Untersuchungsresultate aus der Zeit des Überganges nicht als Grundlage für Vergleiche hätten dienen können; erst nach längerer Fütterung konnte die Einwirkung des raschen Überganges von der früheren Nahrung zur Fleisch- und Fettfütterung ausgeglichen sein, und sich ein den Nahrungsverhältnissen entsprechender Stoffwechsel gebildet haben, der als Massstab für die Vergleichung dienen konnte.

Voit [1]) räth mit der Untersuchung so lange zu warten, bis vollständiges Gleichgewicht zwischen Einnahme und Ausgabe hergestellt ist, d. h. bis aller Stickstoff der Nahrung im Harn und Koth erscheint. So mustergiltig Voit's Untersuchungen nach jeder Richtung für mich waren, habe ich doch diesen Rath nicht befolgt. Derselbe hatte seine Bedeutung als Controle für den Stickstoffumsatz, so lange man nicht Gewissheit darüber hatte, dass aller umgesetzte Stickstoff im Harn und Koth erscheine. Jetzt, wo durch Pettenkofer's Analysen sichergestellt ist, dass die Perspirationsproducte keinen Stickstoff enthalten, ist man berechtigt, aus den Differenzen im Stickstoffgehalte des Harns vollgiltige Schlüsse zu ziehen auf den Einfluss, welchen eine der Nahrung zugesetzte Substanz auf die Stickstoffausfuhr übt, vorausgesetzt, dass vor der Einnahme dieser Substanz eine mögliche Gleichmässigkeit im Stoffumsatze bereits vorhanden war. Überdies war zufällig, wie der Verlauf der Abhandlung nachweist, bei zwei Untersuchungsreihen sowohl beim Thier *A*, als auch beim Thier *B*, jener von Voit empfohlene Gleichgewichtszustand vorhanden, ehe das Thier Glaubersalz erhielt.

Der Hund erhielt täglich seine Nahrung zur gleichen Stunde, vor der Fütterung wurde er auf einer genauen, auf 5 Grm. Belastung deutlich ausschlagenden Decimalwage gewogen. Die Untersuchungsobjecte bildeten der Harn und die Fäces.

---

[1]) Voit, Untersuchungen über den Einfluss des Kochsalzes. München 1860.

Die Fragen, die ich mir stellte, waren zweifacher Art: 1. Wird durch das schwefelsaure Natron die Resorption der eingenommenen Nahrung modificirt. 2. Übt das schwefelsaure Natron einen Einfluss auf den Stoffumsatz? Die erste Frage konnte durch die Untersuchung der Fäces auf ihren Fett- und Stickstoffgehalt vollständig beantwortet werden. Zur Lösung der zweiten Frage wäre es nöthig gewesen, alle Producte des Stoffumsatzes in den Kreis der Untersuchung zu ziehen. Die wichtigsten Endglieder des Stoffumsatzes sind im Harn und in den Producten der Haut- und Lungenperspiration enthalten. Meine Untersuchungen beschränken sich blos auf den Harn und den Stickstoffgehalt desselben; aber es ist nach den neuesten Untersuchungen von Voit und Pettenkofer nahezu gewiss, dass aller umgesetzte Stickstoff im Harn enthalten ist. Bischoff [1]) zuerst und später Voit [2]) hatten diese Ansicht schon längst ausgesprochen. Die wichtigste Stütze für dieselben waren jene Versuchsreihen, in welchen während einer längeren Fütterungsperiode bei gleichbleibendem Körpergewicht aller Stickstoff der Nahrung im Harn und im Kothe wieder erschien. Stellte sich in anderen Versuchsreihen ein Stickstoffdeficit heraus oder enthielten Harn und Koth mehr Stickstoff als durch die Nahrung eingeführt war, dann wurde dies dahin gedeutet, dass das Thier eine dem Deficit entsprechende Fleischmenge angesetzt, oder im entgegengesetzten Falle von seinem eigenen Körper zum Umsatz verbraucht habe. Wenn nun auch das Körpergewicht mit dieser Annahme nicht immer stimmte, wenn nämlich bei dem vermeintlichen Ansatze das Körpergewicht kleiner geworden war und umgekehrt, dann wurden diese Differenzen dadurch ausgeglichen, dass für die angesetzte Fleischmenge eine Ausgabe von Wasser und Fett, und umgekehrt für das umgesetzte Körperfleisch ein Ansatz von Wasser und Fett in Rechnung gebracht wurde. So geistreich auch alle diese Combinationen waren, vermochten sie doch nichts zu beweisen, denn alle diese Rechnungen litten an dem Grundgebrechen, dass man es mit zwei unbekannten Grössen zu thun hatte, mit der Stickstoffdifferenz und mit den ungekannten Perspirationsproducten.

---

[1]) Bischoff, Der Harnstoff als Maass des Stoffwechsels. 1853.

[2]) Bischoff und Voit, Die Gesetze der Ernährung des Fleischfressens. Leipzig und Heidelberg 1860. Voit, Physiologisch-chemische Untersuchungen, 1. Heft. Augsburg 1857.

Um über den Stoffumsatz in's Klare zu kommen, müssen alle aus dem Körper austretenden Atome gewogen sein und dieses wurde erst möglich, seitdem es Pettenkofer gelungen ist, in seinem Respirationsapparate die Producte der Haut- und Lungenperspiration zu sammeln und der quantitativen Analyse zu unterwerfen.

Pettenkofer und Voit haben den auch schon zu früheren Versuchen benützten Hund mit Fleisch gefüttert und alle Producte der Ausscheidung festgestellt, es ist, wie Pettenkofer[1]) sich ausdrückt, die erste Stoffwechselbilanz ermöglicht, bei welcher die Gleichung ohne Zuhilfenahme von Hypothesen aufgestellt wurde. Aus den directen Untersuchungen wie aus der vollkommen stimmenden Bilanz ergab sich, dass aller umgesetzter Stickstoff im Koth und Harn vorhanden und dass in keiner anderen Ausscheidung Stickstoff enthalten ist. Mit diesem Ergebnisse stimmen auch die Untersuchungsresultate, die W. Henneberg bei Wiederkäuern, J. Lehmann beim Schweine, Joh. Ranke beim Menschen und Voit bei den Tauben fand. Nur Regnault und Reiset fanden Stickstoff in den Respirationsproducten. Pettenkofer setzt diese abweichende Thatsache auf die Mangelhaftigkeit des Apparates, dessen jene sich zu ihrer Untersuchung bedienten.

Reiset[2]) hat zwar in seinen neuesten Untersuchungen abermals Stickstoff in den Respirationsproducten gefunden, aber die Menge war eine sehr geringe und sie wurde nur bei Herbivoren nachgewiesen. Wir sind also vollkommen berechtigt, bei dem mit Fleisch genährten Hunde den im Koth und Harn gefundenen Stickstoff als die Summe alles umgesetzten Stickstoffes anzusehen und aus demselben den Gesammtumsatz der stickstoffhältigen Gewebselemente zu bestimmen.

Im Beginne meiner Untersuchungen hatte ich blos den Harnstoffgehalt des Harns bestimmt, da aber dieser doch nicht die gesammte Stickstoffmenge des Harns enthält, habe ich in allen meinen späteren Untersuchungen den Stickstoff des Harns direct bestimmt. Die Bestimmung geschah nach Voit's Methode durch Glühen mit Natronkalk in einem von mir mit Hilfe von Prof. Schneider zweckmässig modificirten Apparate (s. beiliegende Tafel).

---

[1]) Pettenkofer, Respiration des Hundes bei Fleischnahrung. Sitzungsber. der Münchener Akademie der Wissenschaften. Sitzung der mathem.-physik. Classe vom 16. Mai 1863.

[2]) Compt. rend. T. 56, p. 740, 1863.

Der Verbrennungsapparat, welcher die voranstehende Zeichnung veranschaulicht, besteht aus einem Kölbchen von starkem Glase von etwa 100 CC. Inhalt, dessen Hals 10—12 CM. lang mit einem doppelt durchbohrten Kautschukpfropf verschlossen wird. Die eine Bohrung des Pfropfes nimmt eine zweischenkelig gebogene Gasentbindungsröhre auf, welche mit dem Will'schen Vorlegeapparate in Verbindung steht, durch die andere Bohrung geht eine gerade Glasröhre von 2 Millim. Lichtung, sie dient dazu, nach beendeter Verbrennung Luft in den Apparat zu saugen, und so die Verbrennungsproducte in die Vorlage überführen zu können, sie reicht desshalb in den Bauch des Kolbens bis nahe zum Natronkalk. Das andere Ende dieses Rohres ist spitz ausgezogen und zugeschmolzen. Die Spitze wird nach beendeter Verbrennung abgekneipt. Das Kölbchen befindet sich in einer Sandcapelle von Kupferblech, und um das Ansetzen von Wasser an dem vom Sande unbedeckten Theile des Kolbenhalses zu verhüten, ist letzterer in eine Blechhülse gesteckt, die bis zum Pfropfe reicht.

Die Sandcapelle wird durch eine Bunsen'sche Gaslampe erhitzt. Durch wiederholte Proben verschafften wir uns die Gewissheit, dass die Temperatur im Kölbchen weit über die Siedetemperatur des Quecksilbers steigt, somit zur Zersetzung der stickstoffhaltigen Harnbestandtheile vollkommen ausreicht. Um jedoch auch hierüber volle Gewissheit zu erlangen, wurde der Natronkalk des Kölbchens nach beendeter Verbrennung in eine Glasröhre gegeben und wie bei einer Elementaranalyse der Glühhitze des Gasofens ausgesetzt, die hiebei entweichenden Dämpfe wurden durch eine engere Glasröhre geleitet, welche einen Streifen rothes Lackmuspapier und vor diesem einen mit Salzsäure befeuchteten Glasfaden enthielt. Der Papierstreifen wurde nicht gebläut und um den Glasfaden trat keine Nebelbildung auf, was also unzweifelhaft beweist, dass bei der Verbrennung in der Sandcapelle alles Ammoniak ausgetrieben wird.

Die Einfachheit des Apparates gestattet eine eben so sichere als rasche Ausführung der quantitativen Stickstoffbestimmung. Alle die Unzukömmlichkeiten, welche das Arbeiten mit dem Voit'schen Apparate mit sich bringt, fallen weg, man bedarf keines Gehülfen, die vorgelegte Schwefelsäure tritt beim Zurücksaugen nie über den Raum des Will'schen Apparates hinaus, und das Arbeiten ist auch

minder kostspielig, da ein gutes Kölbchen für viele Bestimmungen ausreicht. Diese Stickstoffbestimmung nimmt bei einiger Übung nur sehr kurze Zeit in Anspruch, eine halbstündige Glühhitze ist hinreichend, um aus 5 CC. Harn sämmtlichen Stickstoff als Ammoniak in die Vorlage zu bringen. Die zuletzt bei gesteigerter Hitze entwickelten Wasserdämpfe begünstigen die vollständige Überführung des Ammoniaks aus dem Entbindungs- in den Absorptionsapparat. Ob genügend Luft durch den Apparat gesaugt ist, lässt sich sehr einfach ermitteln, wenn man einen Augenblick das Saugen unterbricht und an die abgekneipte Spitze des Luftzuführungsrohres ein befeuchtetes Lackmuspapier hält, es bläut sich, wenn nicht aller Ammoniak ausgeführt ist.

Der Titre der Schwefelsäure wurde so gestellt, dass jeder CC. genau 40 Mg. wasserfreie Schwefelsäure enthielt. Die Natronlauge wurde auf den Titre der Schwefelsäure gestellt, so dass jeder Cubikcentimeter Säure durch 1 CC. des Alkali neutralisirt wurde, damit ist die Berechnung der analytischen Resultate auf's Möglichste verkürzt. Man hat nur die Anzahl Cubikcentimeter Natronlauge, welche nach beendetem Versuche zur Neutralisation der Säure erforderlich waren, von jener Zahl abzuziehen, welche vor dem Versuche zur Neutralisation der gleichen Säuremenge nöthig gewesen wäre, die Differenz mit 14 (der Äquivalentzahl des Stickstoffes) zu multipliciren und das Product durch 5 zu dividiren, oder anstatt dieser beiden Operationen die genannte Differenz mit 2·8 zu multipliciren, um den Procentgehalt des Stickstoffes zu erfahren. Enthält, wie dies bei unserer Analyse immer der Fall war, der Will'sche Apparat 20 CC. Schwefelsäure und erforderte diese nach der Verbrennung 12·4 CC. Natronlauge zur Neutralisation, so erübrigen 7·6 CC. Schwefelsäure, welche durch den Ammoniak des Harns neutralisirt wurden. Der analysirte Harn enthält also $\frac{7{\cdot}6 \times 14}{5}$ oder $7{\cdot}6 \times 2{\cdot}8 = 21{\cdot}28^{mg.} = 2{\cdot}128$ Pct. Stickstoff.

Die Stickstoffbestimmung des Kothes geschah ebenfalls durch Verbrennung mittelst Natronkalk in einem Verbrennungsrohre in der Glühhitze des Gasofens; da der Koth häufig Haare und viele andere mechanische Beimengungen enthielt, wurde er von denselben gereinigt, und zwar in der Weise, dass eine Portion frischen Kothes in ein Leinwandläppchen gebunden wurde, und dass aus diesem in einer grossen Reibschale mit Hilfe von Wasser aller Koth ausgepresst wurde.

Diese wässerige Kothmasse wurde im Wasserbade zur Trockne abgedampft und ein Theil dieses gereinigten Kothes wurde zur Analyse verwendet. Durch diese etwas peinliche Methode war es möglich den Koth von zufälligen Beimengungen zu trennen und eine wirkliche Analyse der Fäces zu erhalten; es ist interessant aus den Tabellen zu ersehen, dass die Fäces während einiger Monate bei gleicher Nahrung ihre gleiche Zusammensetzung behielten. Die Fettextraction geschah mittelst Äther in einem eigens construirten Apparate, welcher es möglich machte, dass mit derselben Äthermenge die Extraction sehr oft stattfinden konnte.

Die Harnstoffbestimmung der ersten Untersuchungsreihe geschah nach Liebig's Methode nach vorheriger Ausfällung des Kochsalzes durch Silberlösung.

Um das Verhältniss des im Harnstoff enthaltenen Stickstoffes zu dem Gesammtstickstoff des Harns festzustellen, habe ich durch 10 Tage täglich eine Harnstoffbestimmung und eine directe Stickstoffbestimmung ausgeführt. Die percentische Differenz zwischen dem aus dem Harnstoff berechneten Stickstoff und dem durch directe Analyse gefundenen war eine nicht sehr bedeutende. Als Mittel aus diesen 10 Tagen ergab sich, dass der Harn 0·131 Pct. mehr Stickstoff enthalte, als aus dem Harnstoffe gewonnen wird. Dieses Plus habe ich in der ersten Tabelle bei der Berechnung des Stickstoffgehaltes des Harns aus dem Harnstoff hinzugefügt.

Nachdem ich nun Aufgabe und Methode der Untersuchung dargelegt habe, will ich diese Untersuchungen selbst und die dadurch gewonnenen Resultate mittheilen.

A.

Die erste Versuchsreihe wurde im Winter 1860/61 mit einem 3—4 Jahre alten, grossen Fleischerhunde angestellt. Derselbe wurde durch drei Wochen täglich mit 500 Grm. Fleisch, 100 Grm. Fett und 500 Grm. Wasser gefüttert, ehe zur Untersuchung der Excrete geschritten wurde. In den ersten zwei Wochen stieg das Körpergewicht von 20·260 auf 21·040 Kilo, in der dritten Fütterungswoche blieb das Gewicht fast stationär. Es wurde dann, während dieselbe Fütterung fortgesetzt wurde, mit der Harn- und Kothanalyse begonnen.

Die Normalreihe, die ich als Vergleichsbasis angenommen habe, erstreckt sich über 30 Versuchstage und mit dieser wurden 30 Tage

verglichen, während welcher bei ganz gleicher Nahrung geglühtes, wasserfreies Glaubersalz in steigender Dosis von 1 — 3 Grm. eingenommen wurde. Das Glaubersalz wurde getrocknet und geglüht und dann im Wasser gelöst. 1 CC. der Lössung hielt 0·1 Millim. Grm. geglühtes wasserfreies Glaubersalz in Lösung.

1. Die Beantwortung der ersten Frage, ob durch Einnahme des Glaubersalzes die Resorption der eingenommenen Nahrungsmittel verändert wurde, ergibt sich aus der Vergleichung der den beiden Perioden entsprechenden Fäcalmassen und der in diesen enthaltenen Stickstoff- und Fettmengen. Die erste Normaluntersuchungsreihe wurde zwar unmittelbar, nachdem das Thier gekotet hatte, begonnen, trotzdem mag noch ein Theil des Kothes, der der früheren Fütterung angehört, im Körper zurückgeblieben sein, dasselbe gilt auch für die Periode, in welcher Glaubersalz genommen wurde. Die Vergleichung muss darum auch nur grosse Differenzen berücksichtigen, geringe Unterschiede bewegen sich nothwendig innerhalb der Fehlergrenzen.

Das Thier hatte in der jeweiligen Fütterungsperiode eingenommen:

30 × 500 Grm. Fleisch = 15·000
30 × 100 „ Fett = 3·000

Summe 18 000 Grm. feste Nahrung.

Die Fäcalmassen der Normalperiode betragen

571 Grm. = 3·16 Pct. der Nahrungsmenge.

Die Fäcalmassen der Glaubersalzperiode sind

613 Grm. = 3·40 Pct. der Nahrungsmenge.

Diese geringe Vermehrung kommt auf Rechnung des Wassergehaltes, es enthielten nämlich die Fäcalmassen der Normalperiode 308 Grm. Wasser, während in den Fäcalmassen der Glaubersalzperiode 383 Grm. Wasser enthalten waren.

Der Stickstoffgehalt der Fäcalmassen ist in beiden Perioden nahezu gleich, er beträgt:

in der Normalperiode 13·15 Grm.,
„ „ Glaubersalzperiode 13·40 „

Der Fettgehalt der Fäcalmassen in der Normalperiode beträgt 80·6 = 2·66 Pct. der Fettnahrung.

Der Fettgehalt der Fäcalmassen in der Glaubersalzperiode beträgt 58·2 = 1·94 Pct. der Fettnahrung.

Aus der Vergleichung dieser Ziffern ergibt sich, dass das Glaubersalz auf die Resorption nahezu keinen Einfluss übt. Der Stickstoffgehalt der Fäces ist in beiden Perioden fast gleich, es war also die Stickstoffresorption in der einen wie in der anderen Periode dieselbe geblieben. Die Fettmenge der Fäces in der Glaubersalzperiode ist um ungefähr 22 Grm. geringer als in der Normalperiode, aber diese Quantität beträgt kaum mehr als 1/2 Pct. der gesammten Fettnahrung, und fällt bei der kaum möglichen Vollständigkeit der Fettextraction fast noch innerhalb der Fehlergrenzen.

2. Um zu einem Urtheile über den Stoffumsatz zu gelangen, wurde täglich zur selben Stunde vor der Fütterung und nachdem das Thier Harn entleert hatte, das Körpergewicht ermittelt, der Harn gemessen und sein Stickstoffgehalt bestimmt. Als Grundlage für die Vergleichung dient eine 30tägige Normalperiode und eine ebenso lange Glaubersalzperiode (Tab. I. II. *A*). Zwischen diesen beiden Perioden liegt zwar ein Zeitraum von zwei Monaten, aber das Thier hatte während dieser Zeit unausgesetzt die gleiche Nahrung wie in der übrigen Untersuchungszeit erhalten, überdies war unmittelbar vor Aufnahme der Glaubersalzversuche während 5 Tagen die Stickstoffausscheidung festgestellt worden, und es fand sich laut nachstehender Tabelle, welche die Untersuchungsresultate enthält, dass diese Ausscheidung gegen die ursprüngliche 30tägige Untersuchungsperiode gestiegen war, dass sie nahezu der Stickstoffeinnahme gleich kam, es konnte also mit um so grösserem Rechte die frühere Normalperiode, die den Vortheil der längeren Dauer voraus hatte, als Massstab für die Vergleichung angenommen werden.

Datum	Körpergewicht	Harnmenge	Stickstoff des Harns	
			p. c.	p. d.
28/2	22540	1050	1·15	12·07
1/3	.	1380	1·36	18·76
2/3	.	1020	1·70	17·34
3/3	.	1150	1·34	15·41
4	22600	1360	1·27	17·27

S. des N. 80·85 = 16·17 als Mittel p. d.

Die Stickstoffausscheidung in den 30 Versuchstagen der Normalreihe beträgt 441·106 Grm., die Stickstoffausscheidung während der Glaubersalzperiode war 379·143 Grm., es wurden also während der 30tägigen Normalreihe 62 Grm. Stickstoff mehr ausgeschieden als in der gleichen Zeit bei Glaubersalzgebrauch, oder anders ausgedrückt, es beträgt die Stickstoffersparniss beim Glaubersalzgebrauch 14% der Gesammtausscheidung. Die Ersparniss würde sich noch viel grösser herausstellen, wenn wir jene 5 Tage, welche der Glaubersalzeinnahme vorausgegangen sind, als Grundlage für die Vergleichung annehmen würden.

Der Hund hat während der 30tägigen Normalversuchszeit von $^{12}/_{12}$60—$^{11}/_{1}$61 an Körpergewicht zugenommen, und zwar war der Gewinnst von 21040 auf 22140 Grm. gestiegen, die Gewichtszunahme betrug also 1100. Bei Wiederaufnahme der Untersuchung am $^{11}/_{3}$61 war das Gewicht des Hundes 22730, die Gewichtszunahme innerhalb 2 Monate hat 590 Grm. betragen, was auf 30 Tage 295 Grm. gibt. Diese Gewichtszunahme muss für die unmittelbar darauf folgende Versuchszeit als Massstab des Vergleiches genommen werden. Während der 30tägigen Glaubersalzperiode stieg das Körpergewicht von 22730 auf 24450, die Gewichtzunahme betrug also 1730 Grm., und war also um 1435 Grm. grösser als in dem der Glaubersalzeinnahme vorangehenden Monate.

Der Versuchsmonat mit Glaubersalzeinnahme zerfällt in 3 Abschnitte von je 10 Tagen, die Einnahme stieg von 1 Grm. auf 3 Grm. Die nachstehende Tabelle gibt die Versuchsresultate jeder dieser 3 Perioden verglichen mit dem Mittel für 10 Tage aus der 30tägigen Normalversuchsreihe.

	I. Normalreihe			II. Glaubersalzreihe			III. Nach dem Glaubersalzgebrauch
	1—10	11—20	21—30	I Grm. SO_3NaO	II Grm. SO_3NaO	III Grm. SO_3NaO	10 Tage
Körpergewichtszunahme	240	450	495	260	880	580	680
Harnausscheidung	im 10täg. Mittel		6530	6350	6090	6130	7160
Stickstoffausscheidung	„	„	„ 147	124	118	137	143
Stickstoffausscheidung auf 1 Kilo Thier	„	„	„ 6·82	5·43	5·02	5·60	5·79

Die Harnausscheidung war durch die Glaubersalzeinnahme nicht wesentlich beeinflusst, die Schwankungen bewegen sich in engen Grenzen, im Ganzen zeigt sich während des Glaubersalzgebrauches eine etwas verringerte Harnausscheidung.

Die Körpergewichtszunahme ist während jener 10 Tage, in welchen 2 Grm. Glaubersalz genommen wurden, am grössten, in derselben Periode ist auch das Ersparniss in der Stickstoffausscheidung am bedeutendsten; diese beträgt gegen die 10tägige Normalperiode 29 Grm., was einem Gewinn von 19·7 Pct. gleich kommt, während der Einnahme von 1 Grm. Glaubersalz war die 10tägige Differenz 23 Grm. = 15·6 Pct. der Gesammtausscheidung, bei dem Gebrauche von 3 Grm. Glaubersalz betrug die Ersparniss nur 10 Grm. oder 6·8 Pct. Diese Differenzen stellen sich aber anders, wenn man das jeweilige Gewicht des Thieres berücksichtigt, wenn man nämlich mit Zugrundelegung des mittlern Körpergewichtes der jeweiligen Versuchsperiode die Ausscheidung auf 1 Kilo Körpergewicht zurückführt, es stellt sich das Stickstoffersparniss gegen die Normalperiode noch beträchtlicher heraus, und ist auch bei Einnahme von 3 Grm. Glaubersalz eine bedeutende; dieses Ersparniss beträgt nämlich in den 3 Glaubersalzperioden im Vergleiche zur Normalperiode per Kilo Thier 1·40, 1·80, 1·23 Grm. oder 20·5 Pct., 26·3, 18 Pct. der Gesammausscheidung.

An die beiden bis jetzt besprochenen Versuchsreihen, an die 30tägige Normalperiode und die 30tägige Glaubersalzperiode schliesst sich noch eine dritte 10tägige Versuchsreihe unmittelbar nach dem Glaubersalzgebrauch. Die Lebensbedingungen blieben dieselben, nur wurde mit der Nahrung kein Glaubersalz mehr gereicht. Die Körpergewichtszunahme war noch immer eine beträchtliche, die Summe der Stickstoffausscheidung war wohl eine grössere als während des Glaubersalzgebrauches und nähert sich schon der Normalperiode, aber diese Stickstoffausscheidung stellt sich bedeutend geringer, wenn man die beträchtliche Massenzunahme des Thieres berücksichtigt. Die Stickstoffausscheidung auf ein Kilo Thier berechnet, zeigt gegen die Normalperiode noch immer einen Gewinn von 15 Pct.

3. Der Stickstoff des Harns stammt aus der Umsetzung der stickstoffhältigen Körperbestandtheile, es ist, wie früher ausführlicher besprochen wurde, nach den Untersuchungen von Voit und Pettenkofer nahezu gewiss, dass mit dem Harn aller umgesetzter Stick-

stoff ausgeführt wird, wir sind also vollkommen berechtigt den in unseren Versuchsreihen im Harn und Koth enthaltenen Stickstoff als das Gesammtproduct aller umgesetzten stickstoffhältigen Gewebselemente anzusehen, und wir können sagen, dass die Differenz zwischen der mit der Nahrung eingenommenen und der im Harn und Koth ausgeführten Stickstoffmenge im Körper zurückbehalten wurde. Je grösser diese Differenz ist, desto grösser ist auch die im Körper zurückgehaltene Stickstoffmenge, oder desto geringer war die Umsetzung stickstoffhältiger Körperbestandtheile. Durch die Einnahme von Glaubersalz ist also die Umsetzung der stickstoffhältigen Gewebselemente wesentlich retardirt worden, oder anders ausgedrückt, der Körper ist an stickstoffhältigen Atomen reicher geworden.

Um die Grösse dieses Gewinnes zu würdigen, müssen wir die dem Körper zugeführte Stickstoffmenge mit der Ausfuhr einerseits, und das Verhältniss der Gewichtszunahme zu dem Stickstoffersparniss andererseits vergleichen. Die einzige dem Thiere zugeführte stickstoffhaltige Nahrung war Fleisch, dasselbe stammte meist von demselben Thiertheil und war von Sehnen und Fett möglichst gereinigt. Drei Elementaranalysen, die ich mit verschiedenen Fleischportionen ausführte, ergaben als Stickstoffgehalt 3·3, 3·7, 3·6 Pct. Das Mittel aus diesen drei Analysen ist 3·5 Pct. Da die zur Analyse verwendeten Fleischstücke besonders sorgfältig gereinigt waren und es sehr wahrscheinlich ist, dass das gesammte zur Fütterung verwendete Fleisch minder fettfrei, also auch minder stickstoffreich war, habe ich, dem Beispiele Voit's folgend, den Stickstoffgehalt des Fleisches zu 3·4 Pct. allen Berechnungen zu Grunde gelegt. Es geht aus dieser etwas willkürlichen Annahme hervor, dass von einer strengen Bilanz zwischen Einnahme und Ausgabe nicht die Rede sein kann und dass nur grosse Differenzen, welche ausserhalb der beträchtlichen Fehlergrenzen liegen, zu Schlüssen berechtigen. Die Differenz zwischen Einnahme und Ausgabe ist in unseren Untersuchungsreihen so bedeutend, dass selbst noch, wenn wir den geringsten in unserer Analyse gefundenen Stickstoffgehalt des Fleisches als Grundlage der Berechnung nehmen würden, das Stickstoffersparniss ein beträchtliches wäre. Wahrscheinlich war die Stickstoffeinnahme beträchtlicher als die von uns angenommene und somit auch der Stickstoffgewinn ein grösserer, als der von uns in Rechnung gestellte. Die beifolgende Tabelle gibt

mit Zugrundelegung desselben Stickstoffgehaltes für das eingenommene Fleisch, nämlich 3·4 Pct., das Verhältniss zwischen dem Stickstoffersparniss und der Körpergewichtszunahme in den verschiedenen Untersuchungsperioden.

Fleischzufuhr während 30 Tagen	N-Gehalt dieses Fleisches	Quotient aus dem N-Gehalt des Fleisches durch das Fleisch
15000	510 Grm.	0·034

	Körpergewichtszunahme	Stickstoffgewinn	Gewinn an Stickstoff dividirt durch Körpermasse
Normalperiode T. I	1100	56	0·054
5tägige Periode vor Beginn der Glaubersalzeinnahme .	60	2	0·033
Glaubersalzperiode T. II . .	1700	117	0·061
10tägige Schlussperiode T. III.	650	22	0·034

Das Thier hat während der 30tägigen Normalperiode Stickstoff erspart und gleichzeitig an Körpergewicht zugenommen, aber das Verhältniss des Stickstoffgewinnes zur Körpergewichtszunahme ist nicht dasselbe wie das Verhältniss des Stickstoffes des eingenommenen Fleisches zum Gewichte des Fleisches, der Quotient aus dem Stickstoffgewinne durch den Körpergewinn ist bedeutend grösser, als der Quotient aus dem Stickstoffe der Nahrung durch das Gewicht der Nahrung. Während der Hund auf 100 Grm. Fleisch 3·4 Grm. Stickstoff eingenommen hat, hat er auf 100 Grm. Gewichtszunahme 5·4 Grm. Stickstoff erspart. Dieses Verhältniss ist so zu deuten, dass entweder die Gewichtszunahme durch Gewebselemente veranlasst ist, welche stickstoffreicher als Fleisch sind, oder was viel natürlicher ist, dass mehr Fleisch angesetzt wurde, als durch die Ziffer der Gewichtszunahme ersichtlich ist, dass aber für einen Theil dieses angesetzten Fleisches ein anderes stickstofffreies Element ausgeschieden wurde. Es ist dies um so wahrscheinlicher, da das Thier früher ein an Stickstoff ärmeres Futter genossen hatte, es hatte dabei wahrscheinlich mehr Fett als Fleisch angesetzt, und hielt daher bei der Fleischfütterung möglichst viel Stickstoff zurück. Ähnliche Vorgänge haben Bischoff und Voit in ihren Fütterungsreihen wiederholt beobachtet. Allmählich setzte sich der Thierkörper

mit der Nahrung in's Gleichgewicht, das an Stickstoff reicher gewordene Thier setzte auch mehr Stickstoff um, von der Stickstoffeinnahme wurde wenig erspart, die Gewichtszunahme bewegte sich in engen Grenzen, und das Verhältniss des Stickstoffgewinnes zur Gewichtszunahme war jenes des Stickstoffgehaltes des Fleisches zum Fleische. Die fünf Versuchstage, welche der Glaubersalzeinnahme unmittelbar vorangehen, repräsentiren dieses Verhältniss. Das Thier hatte durch den Harn entleert 80·8 Grm. N. Die Körpergewichtszunahme betrug 60 Grm. Die Summe des eingenommenen Stickstoffes während dieser fünf Tage war $5 \times 17 = 85$ Grm. Davon wurde ein Theil mit den Fäces entleert. Leider wurden diese während jener Versuchstage nicht gewogen und analysirt, aber nach den Ergebnissen der dreissigtägigen Normalperiode und der dreissigtägigen Glaubersalzperiode entfällt auf fünf Tage ungefähr 2·2 Stickstoffausfuhr durch die Fäces. Der Gewinn an Stickstoff war also gegen 2 Grm., dieser Gewinn durch die Gewichtszunahme dividirt, gibt fast genau den Quotienten aus dem Stickstoffgehalte des Fleisches durch das Fleischgewicht.

Mit der Zufuhr von Glaubersalz ändert sich nun das Bild vollständig, das Gleichgewichtsverhältniss zwischen Einnahme und Ausgabe, welches nahezu eingetreten war, ist gestört, der Körper behält bedeutende Stickstoffmengen zurück, das Körpergewicht wächst beträchtlich, aber das Stickstoffersparniss ist viel grösser, als der als Fleisch gedachten Gewichtszunahme entspricht. Während in der dreissigtägigen Normaluntersuchung auf je 100 Grm. Gewichtszunahme 5·4 Grm. Stickstoff im Körper zurückbehalten wurden, während endlich nachdem das Thier reichlich Fleisch angesetzt hatte, Stickstoffersparniss und Gewichtszunahme wieder fast genau das Stickstoffverhältniss der Nahrung repräsentirten, nämlich 3·3 N. auf 100 Grm. Gewichtszunahme, entfällt während des Glaubersalzgebrauches auf je 100 Grm. Gewichtszunahme 6·1 Grm. Stickstoffgewinn. Es wäre denkbar, dass dieser Stickstoffüberschuss in Form von Umsetzungsproducten im Körper zurückbehalten wurde. Um darüber in's Klare zu kommen, wurde die Harnuntersuchung nach dem Glaubersalzgebrauche noch durch zehn Tage fortgesetzt. Wäre die obige Annahme richtig, wären die aus dem Zerfall der Eiweiss- und Leimatome hervorgehenden Producte in grösserer Menge zurückbehalten worden, müssten sie doch endlich in grösserer Menge ausgeführt werden;

die Stickstoffausfuhr müsste die Einnahme übertreffen, statt dessen sehen wir, dass auch in jenen zehn Tagen, die der Glaubersalzeinnahme folgen, ein Theil des eingenommenen Stickstoffes im Körper zurückbehalten wurde, und dass diesem Gewinne entsprechend Fleisch angesetzt wurde. Die grosse Stickstoffersparung während der Glaubersalzeinnahme kann also nur als das Resultat des retardirten Umsatzes aufgefasst werden, der Körper ist an stickstoffhältigen Atomen reicher geworden, und wenn dieser Gewinn nicht in seiner Totalität durch die Gewichtszunahme erkannt wird, hat dies darin seinen Grund, dass für einen Theil der angesetzten Stickstoffatome stickstofffreie Substanz in grösserer Menge ausgeschieden wurde.

4. Die Wirkung der Glaubersalzzufuhr ist also eine doppelte, es wird durch dieselbe die Umsetzung der stickstoffhältigen Körperbestandtheile beschränkt, während die Umsetzung stickstofffreier Gewebselemente gesteigert wird. Vielleicht dürfte in der Steigerung des Umsatzes stickstofffreier Körperbestandtheile die Ursache des beschränkten Umsatzes der Stickstoffgewebe liegen. Bischoff und Voit haben in ihren Ernährungsversuchen nachgewiesen, dass ein Zusatz von Fett zur Fleischnahrung den Umsatz stickstoffhältiger Körperbestandtheile beschränkt. Ein Hund z. B. welcher mit 500—600 Grm. Fleisch nicht genügend ernährt wird, und noch von seinem eigenen Körper Fleisch abgibt, vermag bei einer Fütterung mit 500 Grm. Fleisch und 250 Grm. Fett Fleisch anzusetzen. Das Fett beschränkt, wie Voit sich den Vorgang denkt, die Wirkung des Sauerstoffes auf die Stickstoffgebilde, indem es denselben für sich in Anspruch nimmt. Wir könnten uns die Wirkung des Glaubersalzes also so deuten, dass durch dasselbe die Oxydation stickstofffreier Körperbestandtheile und insbesondere die Oxydation des Fettes gesteigert wird, und dass in Folge dessen die Stickstoffgewebe in geringerer Menge umgesetzt werden.

B.

Um die Stichhältigkeit der gewonnenen Resultate zu prüfen, wurden dieselben Versuche an einem zweiten Hunde wiederholt mit dem Unterschiede, dass täglich der Stickstoffgehalt des Harns, direct nach der oben angegebenen Methode, bestimmt wurde. Es folgte ferner die Glaubersalzperiode unmittelbar auf die Normalperiode, wodurch die Vergleichung der Resultate eine berechtigtere wurde. Der Hund war

ein junger kräftiger fettreicher Fleischerhund von grösserem Körpergewichte als der frühere. Er wog als die Fütterung begonnen wurde, am 26. October 1861, 29·670 Kilo, er erhielt dieselbe Nahrung- und Wassermenge wie der Hund A, die Nahrung war offenbar für das Thier nicht ausreichend, das Gewicht sank auf 28 Kilo, da es sich auf diesem Gewichte einige Tage stationär erhielt, begann ich die Analysen. Es zeigte sich zwar bald, dass das Thier noch immer an Körpergewicht abnahm, aber ich setzte doch die Versuche fort, um auch unter diesen den früheren gerade entgegengesetzten Verhältnissen die Wirkung des Glaubersalzes zu studiren.

Die nun folgende Tabelle enthält die wichtigsten Ergebnisse der beiden Versuchsperioden.

	Normalperiode	I Grm.	II Grm.	III Grm.
		$SO_3\,NaO$		
Körpergewichtsverlust . .	—500	—239	—410	—830
Harnmenge	6050	5930	5800	6065
Stickstoffausscheidung durch Koth und Harn	145·48	127·39	119·96	133·12
Stickstoffgewinn	24·52	42·61	50·04	36·88

Die Normalperiode umfasst zehn Tage, das Körpergewicht sank von 28050 auf 27550, die Stickstoffausscheidung durch den Harn betrug 143·1 Grm., in dem gleichen Zeitraume wurde bei Einnahme von 1 Grm. Glaubersalz 122·7, bei 2 Grm. 114·8 und bei 3 Grm. 128·4 ausgeschieden, der Stickstoffgewinn gegen die Normalperiode beträgt also 20·4—28·3—14·7 Grm. oder 14·2—19·8—10·3 Pct., das Resultat dieser Versuchsreihen stimmt also mit dem bei den Versuchen mit dem Hunde A gewonnenen darin vollkommen überein, dass durch Einnahme von Glaubersalz die Stickstoffausscheidung durch den Harn wesentlich vermindert wird.

Abermals fällt das grösste Ersparniss in die Zeit, in welcher 2 Grm. Glaubersalz der Nahrung zugesetzt wurden, bei der Einnahme von 3 Grm. wird der Stickstoffgewinn geringer und bei der Einnahme von 4 Grm. übersteigt die Stickstoffausscheidung die Ziffern der Normalperiode (siehe Tab. II *B*), es wurden nämlich in den fünf Tagen, in welchen das Thier 4 Grm. Glaubersalz täglich eingenommen

hatte, 74·7 Grm. N. oder 14·8 Grm. per Tag ausgeschieden, während in der Normalperiode das Mittel der Ausscheidung für den Tag 14·3 Grm. beträgt. Wenn man aber berücksichtigt, dass während der 30 Tage, in welchen das Thier von 1—3 Grm. Glaubersalz genossen hatte, dasselbe fast 130 Grm. Stickstoff der Nahrung erspart hatte, also wenn wir dieses Ersparniss als Fleisch berechnen, nahezu 4 Kilo Fleisch gewonnen hatte, dann stellt es sich heraus, dass auch bei Einnahme von 4 Grm. Glaubersalz eine wesentliche Verringerung der Stickstoffausscheidung stattgefunden hat.

Der Hund hat an Körpergewicht abgenommen, d. h. die eingenommene Nahrung war nicht ausreichend die Ausgaben zu decken, da aber das Thier auch in der Normalperiode nicht allen eingenommenen Stickstoff ausgegeben hat, die Einnahme betrug nämlich 17 Grm., die Ausgabe durch Koth und Harn zwischen 14—15 Grm., das Thier also an stickstoffhältigen Gewebselementen reicher wurde, muss die Abmagerung durch eine die Einnahme übersteigende Ausgabe anderer Körperbestandtheile, und zwar wahrscheinlich der Fettgebilde, veranlasst sein.

Das Thier hat während der zehntägigen Normalperiode 170 Grm. Stickstoff mit der Nahrung eingenommen, es hat durch Harn und Koth entleert 145·4 Grm., es wurden also 24·6 Grm. N. von der Einnahme erspart, diese Stickstoffmenge auf Fleisch berechnet, gibt über 700 Grm. Die Gewichtsabnahme beziffert sich auf 500 Grm. Der Totalverlust an stickstofffreier Substanz war also innerhalb jener 10 Tage = 1200 Grm. Das Stickstoffersparniss bei Einnahme von 1 Grm. war 42·6 Grm. = 1250 Fleischfaser, dieser Gewinn zu der Gewichtsabnahme von 280 Grm. addirt, gibt einen Totalverlust an stickstofffreier Substanz von 1530 Grm. Bei Einnahme von 2 Grm. Glaubersalz hat der Körper von der eingenommenen Stickstoffmenge zurückbehalten 50 Grm. = 1470 Grm. Fleisch, dazu gerechnet der Gewichtsverlust von 410 Grm., gibt als Totalverlust an stickstofffreier Substanz 1880 Grm. Bei 3 Grm. Glaubersalzeinnahme war der Stickstoffgewinn 36·8 = 1080 Grm. Fleisch, die Körpergewichtsabnahme betrug 830 Grm., also der Totalverlust 1910 Grm.

Es stellt sich also heraus, dass der Körper des Hundes in den vier auf einander folgenden je 10tägigen Versuchsperioden an stickstofffreier Substanz die nachstehenden Verluste erlitten hat:

Normalperiode	I Grm.	II Grm.	III Grm.
	Glaubersalz		
—1200	—1510	—1880	—1910

Wie natürlich haben diese Ziffern nur einen relativen Werth und können nicht als der wirkliche Ausdruck des Stoffumsatzes angesehen werden. Die Annahme auf welcher sie beruhen, ist blos eine hypothetische, wir können nur mit Bestimmtheit sagen, der ersparte Stickstoff müsse als Gewebselement zurückgehalten sein, denn wäre er als Umsatzproduct im Blute oder im Gewebe vorhanden, müsste, abgesehen davon, dass eine Aufspeicherung von Umsatzproducten in bedeutender Menge durch längere Zeit ohne Nachtheil für das normale Leben nicht denkbar ist, die Stickstoffausscheidung durch den Harn in Form von Kreatin, Harnstoff u. s. w. bedeutend zunehmen, sowie die Ursache der gehemmten Ausscheidung wegfällt. Eine solche rapide Steigerung der Stickstoffausscheidung ist aber in keiner unserer Versuchsreihen nachzuweisen.

Wir haben den Stickstoffgewinn als Fleischansatz berechnet, da die Muskelsubstanz die grösste Menge der stickstoffhältigen Körpersubstanz repräsentirt. Offenbar participiren auch andere Eiweissgewebe an dem Stickstoffgewinne. Würden wir die Vertheilung dieser Gewinne kennen, müssten wir unserer Berechnung über Ansatz und Verbrauch andere Ziffern zu Grunde legen, aber das Verhältniss zwischen Normalperiode und Glaubersalzperiode würde dasselbe bleiben, wir kämen zu demselben Resultate, dass während des Glaubersalzgebrauches der Umsatz an stickstoffhältiger Substanz beschränkt worden ist, dass dagegen die Umsetzung stickstofffreier Körperelemente gesteigert war.

Bei Einnahme von 4 Grm. Glaubersalz stieg die Stickstoffausscheidung, wie bereits früher erwähnt, ist diese Steigerung wohl dem Umstande zuzuschreiben, dass das Thier stickstoffreicher geworden war. Als nach Ablauf von drei Wochen, während welchen das Thier die frühere Nahrung ohne Glaubersalz erhalten hatte, die Analysen wieder aufgenommen wurden, war die Stickstoffausschei-

dung wieder etwas grösser als in den letzten fünf Versuchstagen, und als nun abermals 2 Grm. Glaubersalz zugesetzt wurden, verminderte sich die Stickstoffausscheidung nicht, sie war selbst um ein Geringes bedeutender als in den vorangehenden Versuchstagen (s. T. III. *B*).

Wie war dieses auffallende allen früheren Resultaten widersprechende Ergebniss zu deuten? wie kam es dass die Glaubersalzeinnahme die Stickstoffausscheidung nicht verringerte? Das Gewicht des Hundes war von 28.000 Grm., welches er beim Beginne des Versuches hatte, auf 24.900 Grm. gesunken, dieser Gewichtsverlust traf ausschliesslich die stickstofffreie Körpersubstanz, der Verlust war sogar noch beträchtlich grösser, als diese Zifferdifferenz, da das Thier in derselben Zeit grosse Mengen Stickstoff erspart, also Stickstoffatome angesetzt und dafür stickstofffreie Substanz ausgegeben hatte, es lag also die Vermuthung nahe, dass die Umsetzung stickstofffreier Substanz nun sehr beschränkt war, dass die Oxydation der Gewebselemente nun fast ausschliesslich die Leim- und Eiweissatome treffen musste und dass daher die Glaubersalzeinnahmen die früher beobachtete Wirkung auf den Stoffumsatz nicht üben konnte.

Um die Richtigkeit dieser Hypothese zu prüfen, wurde jetzt die Ernährungsmethode dahin abgeändert, dass dem Thiere eine reichlichere Fettnahrung geboten wurde, es wurden der gewöhnlichen Fleischportion 200 Grm. Fett zugesetzt, es wurde versucht das mager gewordene Thier wieder fett zu machen. Das Thier begann reichlich Fett anzusetzen und es stieg innerhalb zehn Tage das Körpergewicht von 24870 auf 25800 Grm. Nachdem das Gewicht in den letzten drei Tagen sich wenig verändert hatte, begann ich die Untersuchungen, deren Resultate (laut T. IV, V. *B*) nachstehend übersichtlich mitgetheilt sind.

	Normalperiode von 7 Tagen	Einnahme von II Grm. SO_3 NaO			
		1—7	8—14	15—21	22—28
Körpergewichtszunahme .	320	1330	1200	790	780
Harnmenge	5058	3920	4465	5590	5750
Stickstoffausscheidung. . .	116·9	95·5	100·0	104·6	109·6
Stickstoffgewinn	2·1	21·5	17	12·4	7·4

Es wurden in den 7 Tagen der Normalperiode durch Harn und Koth ausgeschieden 119·7 N. Die Stickstoffeinnahme betrug 7 × 17 = 119 Grm. Das Körpergewicht stieg am ersten Untersuchungstag um 300 Grm. und blieb in den anderen 6 Tagen fast constant, es war also in der Einnahme und Ausgabe nahezu vollständiges Gleichgewicht eingetreten. Jetzt wurden der Nahrung 2 Grm. Glaubersalz zugesetzt und sogleich sank die Stickstoffausscheidung in der auffallendsten Weise, sie betrug in den ersten 7 Versuchstagen 95·5, der Stickstoffgewinn gegen die Normalperiode war also 21·4 Grm. oder circa 18 Percent der Gesammtausscheidung, es war somit wieder die volle Wirkung des Glaubersalzes auf Verminderung des Stickstoffumsatzes vorhanden. Im weitern Verlaufe des Glaubersalzgebrauches wird die Reduction in der Ausscheidung immer geringer. Da die Quantität des Glaubersalzes absichtlich nicht gesteigert wurde, erhielt ich durch dieses Ergebniss die Bestätigung meiner Annahme, dass nicht die Steigerung der Glaubersalzzufuhr in den früheren Versuchsreihen die eingenthümliche Wirkung des Salzes auf Beschränkung des Stickstoffumsatzes verringert hatte, sondern dass im Verlaufe des Glaubersalzgebrauches die Stickstoffausfuhr allmählich beträchtlicher werden musste, weil in Folge der Stickstoffersparniss der Körper an Eiweisselementen reicher geworden war. Wenn man die veränderte chemische Zusammensetzung des Thieres in Folge der Stickstoffaufspeicherung berücksichtigt, zeigt es sich, dass die Stickstoffausfuhr immer verhältnissmässig geringer ist als in der Normalperiode, dass also das Glaubersalz fortdauernd seine retardirende Wirkung auf den Stickstoffumsatz übt.

Die Gewichtszunahme in den sieben Tagen der Normalperiode beträgt 320 Grm., da in dieser Periode mehr Stickstoff ausgeschieden als eingenommen wurde, kann diese Gewichtszunahme nur durch stickstofffreie Substanz veranlasst sein. In den ersten sieben Tagen der Glaubersalzperiode war die Körpergewichtszunahme 1330 Grm., aber das Thier hat in dieser Zeit 1130 Grm. Harn weniger ausgeschieden als in der gleichen Zeit der Vorperiode, wenn diese Ziffer von der Gewichtszunahme abgezogen wird, bleiben nur noch ungefähr 200 Grm. Überschuss; in derselben Zeit hat das Thier 21·5 Grm. N erspart und wenn wir dafür nach der Analogie der früheren Untersuchungen 3 Grm. auf Ausscheidung mit den Fäces rechnen, bleibt

noch immer ein Ersparniss von 18·5 Grm. N. und dieses auf Fleisch berechnet, gibt einen Fleischansatz von 500 Grm., da aber die Gewichtszunahme nur 200 Grm. beträgt, muss das Thier statt wie in der frühern Normalperiode stickstofffreie Substanz anzusetzen, mindestens 300 Grm. derselben von seinem Körper abgegeben haben. In der zweiten Glaubersalzwoche war die Gewichtszunahme 1200 Grm., aber die Harausscheidung betrug 600 Grm. weniger als in der Normalperiode, die Stickstoffersparniss war 17 Grm. und wenn davon 3 Grm. auf Koth weggerechnet werden, bleiben noch 14 Grm. = 400 Grm. Fleisch; die Zunahme an stickstofffreier Substanz wäre also nur 200 Grm., also noch immer weniger als in der Normalperiode. Ganz anders stellt sich das Verhältniss in den letzten zwei Glaubersalzwochen. Die Harnausscheidung ist um 1700 Grm. bedeutender als in der Normalwoche, die Körpergewichtszunahme beträgt 1570 Grm. Die Stickstoffersparniss ist, wenn wir ungefähr 7 Grm. N. auf die Fäces abrechnen, ungefähr 13 Grm., was nicht ganz 400 Grm. Fleisch repräsentirt. Die Zunahme an stickstofffreier Substanz würde also für diese zwei Wochen nahezu 2800 Grm. betragen. Es erinnert diese rasche Zunahme an jene Periode, in welcher mit der gesteigerten Zufuhr von Fett begonnen wurde; es wurde, weil das Thier früher sehr mager geworden war, fast alles Fett angesetzt, es dürfte vielleicht im Verlaufe der Glaubersalzperiode durch die Anfangs gesteigerte Fettoxydation ein Fetthunger eingetreten sein und in Folge desselben der rasche Ansatz der gesammten Fetteinnahme veranlasst sein.

Die mehrfach modificirten Versuche mit dem zweiten Hunde bestätigen die Thatsache, dass durch den Glaubersalzgebrauch der Stickstoffumsatz beschränkt wird, sie machen aber auch die auf Grundlage der Versuche mit dem ersten Hunde aufgestellte Hypothese, dass diese Beschränkung in Folge gesteigerter Fettverbrennung stattfinde, noch wahrscheinlicher. Erstens zeigt es sich abermals, dass die Körpergewichtszunahme oder in diesem Falle die Beschränkung der Körpergewichtsabnahme nicht der dem Gewichte des Stickstoffersparnisses gleichwerthigen Fleischmenge entspricht, dass also mindestens ein Theil des Gewinnes an stickstoffhältiger Substanz durch gesteigerten Umsatz von stickstofffreier Substanz aufgehoben wird. Zweitens hörte die sonst constante, den Stickstoffumsatz beschränkende Wirkung auf, sowie das Thier einen Gewichtsverlust von einigen Kilo

erlitten hatte, also bedeutend abgemagert war. Die beschränkende Glaubersalzwirkung trat aber sogleich wieder ein, und zwar in der eclatantesten Weise, als das Thier durch gesteigerte Fettzufuhr wieder Fett angesetzt hatte.

Während der ersten Glaubersalzfütterung bei diesem Versuchsthiere *B* wollte ich die Schwefelsäureausscheidung im Harn bestimmen, ich hatte zu diesem Zwecke eine Harnportion mit etwas Chlorwasserstoff angesäuert, und während ich dieselbe erwärmte, bemerkte ich, dass sich der Harn trübte, eine schmutzig grüngelbe Farbe annahm, und dass erst nach vielen Stunden der Harn wieder klar wurde, nachdem sich am Boden des Becherglases ein feiner schmutziggelber Beleg niedergeschlagen hatte. Ich setzte die Beobachtung mehrere Tage fort, immer zeigte sich dieselbe Trübung, nur mit verschiedener Intensität. Als ich gleichzeitig den Harn eines andern Hundes in derselben Weise behandelte, blieb er vollkommen klar. Ich vermuthete, dass wir es mit einer Wirkung des Glaubersalzes zu thun hatten. Herr Professor Schneider, dem ich meine Vermuthung mittheilte, machte auf mein Ansuchen diesen Niederschlag zum Gegenstande seines eingehendsten Studiums, und fand, dass derselbe Kynurensäure sei [1]).

---

[1]) Herr Prof. Schneider wird die Resultate seiner Arbeit selbstständig mittheilen, hier sei nur in Kürze seine Methode der Darstellung und die Eigenschaften der Kynurensäure beigefügt.

Zur Gewinnung der Kynurensäure wird der Harn mit Kalkwasser bis zur alkalischen Reaction versetzt, dann auf dem Wasserbade auf ein kleines Volumen eingedampft. Aus dem abfiltrirten Rückstande fällt man die Kynurensäure durch Zusatz von Chlorwasserstoff bis zur stärker sauren Reaction. Die anfangs lehmartig trübe Flüssigkeit klärt sich bei ruhigem Stehen unter Abscheidung eines bald mehr, bald weniger braun gefärbten Niederschlages. Dieser wird auf einem Filter gesammelt, mit kaltem Wasser gewaschen, sodann in verdünnter Ammoniakflüssigkeit gelöst, die Lösung mit frisch geglühter Thierkohle aufgekocht, dann filtrirt. Das Filtrat ist schön blattgrün gefärbt und lässt auf Zusatz von Chlorwasserstoffsäure einen rein weissen Niederschlag fallen. Er ist die reine Kynurensäure. Bleibt der Niederschlag mit der Flüssigkeit längere Zeit in Berührung, oder wird er, auf einem Filter gesammelt, nicht rasch von der anhängenden Mutterlauge durch Waschen gereinigt, so geht dessen rein weisse Farbe in ein schmutziges Gelb über. Bei der Darstellung der Kynurensäure muss ein starker Überschuss an Kalk vermieden werden, da besonders bei zu starkem Eindampfen die Kynurensäure zum Theile zersetzt wird. Ebenso ist ein zu grosser Überschuss von concentrirter Chlorwasserstoffsäure zu meiden, in der sich die Kynurensäure löst. Eindampfen des Harns bis zur Trockene bedingt gleichfalls Ver-

Bald nachdem die ersten Analysen gemacht wurden, hatte ich die Glaubersalzfütterung unterbrochen und schon nach wenigen Tagen, war, wie dies die Tabellen nachweisen, keine Spur einer Trübung zu entdecken. Als darauf am 27. Februar zur selben Nahrung wieder Glaubersalz hinzugefügt wurde, zeigte der Harn am 28., mit Salzsäure versetzt, wieder eine merkliche Trübung und schon nach drei Tagen betrug die Menge der Kynurensäure 0·457 Grm. Während der ganzen Zeit des Glaubersalzgebrauches war dann die Kynurensäure constant vorhanden und schwankte die Menge zwischen 0·300 und 0·600 Grm.

Bei einem zweiten Hunde wurde untersucht, ob nicht der Einfluss eine bestimmte Nahrung für das Erscheinen von Kynurensäure massgebend sei, das Thier erhielt anfangs durch sechs Tage das gewöhnliche Hundefutter, welches für die Ernährung vollständig hinreichend war, da das Thier innerhalb der Ernährungszeit sein Körpergewicht nahezu unverändert erhielt (das Anfangsgewicht war 23.460, das Schlussgewicht 23.470), darauf wurde durch sechs Tage mit 750 Grm. Fleisch gefüttert. Das Gewicht fiel auf 23.020, es wurde dann dem Fleische 100 Grm. Fett zugesetzt, das Thiergewicht stieg innerhalb sechs Tage auf 23.450 Grm. Während der ganzen Versuchsdauer bei diesen verschiedenartigen Ernährungsmethoden konnte nicht die Spur von Kynurensäure nachgewiesen werden. Der Fleisch- und Fettnahrung wurde nun Glaubersalz zugesetzt, schon am 2. Versuchstage wurde Kynurensäure ausgeschieden und die Menge der Ausscheidung steigerte sich in den folgenden Tagen. Nach sieben Tagen wurde die Glaubersalzeinnahme ausge-

---

lost. Die Menge der in 24 Stunden ausgeschiedenen Kynurensäure wechselt sehr, und steht mit dem Körpergewicht der Hunde in geradem Verhältniss.

Die Kynurensäure ist im Wasser sehr schwer löslich, in Alkohol quillt sie erst gallertartig an und löst sich, es bedarf jedoch 1 Theil Säure reichlich 500 Theile Alkohol zur Lösung.

Mit Baryt bildet die Kynurensäure ein in gelblich weissen glänzenden Blättchen krystallisirtes Salz. Die Analyse dieses Salzes führt zur Äquivalentformel $C_{20}H_9NO_6$.

Mit Silberoxyd lässt sich kein reines Salz herstellen, es tritt alsbald Reduction des Silberoxydes ein. Kali, Natron, Kalk bilden keine krystallisirbaren Verbindungen. In concentrirter Schwefelsäure und in starker Chlorwasserstoffsäure löst sich die Kynurensäure und sie kann aus diesen Lösungen durch Zusatz von Wasser wieder ausgefällt werden.

setzt, während die Nahrungszufuhr in Qualität und Quantität unverändert blieb, die Ausscheidung der Kynurensäure verringerte sich und hatte nach zehn Tagen ganz aufgehört.

Bei einem dritten Thiere, einer trächtigen Hündin, konnte während der Glaubersalzeinnahme keine Kynurensäure entdeckt werden, dieses negative Ergebniss blieb dasselbe auch nachdem das Thier Junge geworfen hatte.

Bei einem vierten Hunde (unserem Versuchsthiere C) erschien mit der Glaubersalzeinnahme etwas Kynurensäure, dieselbe war aber in Quantität sehr gering, dagegen gab das Thier bedeutende Quantitäten Kynurensäure, während es mit Fleisch sehr reichlich gefüttert wurde, es erhielt 1200—1500 Grm. täglich, und ohne dass der Nahrung Glaubersalz zugesetzt wurde.

Die Bedingungen, unter welchen Kynurensäure ausgeschieden wird, erscheinen mannigfach zu sein, wir können die Bedeutung dieser Säure für den Haushalt des Thieres nicht, aber die Ausscheidung dieses verhältnissmässig seltenen Umsatzproductes ist für uns nur ein Beweis mehr, dass die Glaubersalzzufuhr auf den Stoffwechsel einen bedeutenden denselben wesentlich modificirenden Einfluss übt.

C.

Im Winter 1862—1863 habe ich noch einen dritten Hund zum Gegenstande meiner Untersuchung gemacht. Das Ergebniss stimmte vollkommen mit dem der früheren Untersuchungen. Während das Thier in der Normalreihe 139 Grm. durch den Harn entleerte, wurde in den 20 Tagen der Glaubersalzperiode 260 Grm. entleert; es kommen also auf 10 Tage 130 Grm., was einem Stickstoffersparniss von 9 Grm. gleichkommt. Während der Normalperiode ist das Körpergewicht nahezu unverändert geblieben, in der zwanzigtägigen Glaubersalzperiode hat es um 330 Grm. zugenommen. Die Stickstoffersparniss betrug innerhalb dieser Zeit gegen die Vorperiode 18 Grm., ungefähr 500 Grm. Fleisch, die Körpergewichtszunahme ist also abermals geringer, als der Stickstoffersparniss entspricht.

Die Wirkung des Glaubersalzes ist qualitativ dieselbe, die wir in unseren früheren Versuchen gefunden haben, nur ist die Intensität der Wirkung eine beträchtlich geringere. Während in den früheren Untersuchungsreihen die Stickstoffersparniss über 20 Pct. der Gesammtausfuhr betrug, ist sie bei diesem Versuchsthiere

kaum mehr als 6 Pct., ebenso ist die Steigerung des Umsatzes der stickstofffreien Körpersubstanz nur eine verhältnissmässig geringe. Die Erklärung für diese geringere Wirkung dürfte in der muthmasslichen chemischen Constituirung des Thieres zu suchen sein. Das Thier hat in der Normalperiode 139 Grm. Stickstoff durch den Harn ausgeschieden. Wenn wir per analogiam auf N. Abgang durch die Fäces noch 4 Grm. rechnen, hatte das Thier ausgegeben 143 Grm. N., während es in derselben Zeit 170 Grm. eingenommen hat. Das Ersparniss beträgt also 27 N = 800 Grm. Fleisch. Trotz dieses Ansatzes ist das Körpergewicht unverändert geblieben, es muss also ebenso viel stickstofffreie Substanz umgesetzt worden sein; da aber der Hund ursprünglich nicht fettreich war, so war seine Körperbeschaffenheit ähnlich jener, die sich bei den ursprünglich fetten Hunden A und B gegen das Ende der Glaubersalzfütterung herausgestellt hatte, wie dort allmählich das Glaubersalz eine geringere Wirkung übte, weil der Hund fleischreich und fettarm geworden war, so konnte bei dem Versuchsthiere C, wo dieses Verhältniss zwischen Fett und Fleisch gleich im Beginne des Versuches vorhanden war, die durch das Glaubersalz bewirkte Modificirung des Stoffumsatzes sich nur in engen Grenzen bewegen. Eine reiche Fettfütterung und abermalige Glaubersalzzufuhr hätte über die Richtigkeit dieser Deutung Aufschluss geben können, leider wurde dieselbe nicht ausgeführt.

Wir fassen zum Schlusse nochmals die Ergebnisse unserer Untersuchungen in folgenden Punkten zusammen:

1. Durch die Einnahme von Glaubersalz in mässigen Mengen wird die Resorption der eingenommenen Nahrung nicht beeinflusst. Die Fäcalmassen enthalten bei gleicher Nahrungszufuhr sowohl vor als während des Glaubersalzgebrauches in gleichen Zeitabschnitten dieselbe Stickstoffmenge, und nahezu die gleiche Fettquantität.

2. Der Wassergehalt der Fäces wird durch die Glaubersalzeinnahme gesteigert, und diese Steigerung wächst mit der Quantität des eingenommenen Salzes.

3. Die Diurese wird nicht vermehrt, die Harnausscheidung ist entweder jener der Normalperiode gleich, oder selbst etwas geringer. Der Harn war meist schwach sauer, zuweilen neutral, nur an einzelnen Tagen alkalisch.

4. **Die Stickstoffausscheidung durch den Harn wird bedeutend vermindert.** Das Stickstoffersparniss beträgt in einzelnen Beobachtungsreihen über 25 Pct., also mehr als ein Viertel der gesammten Stickstoffausscheidung. Da die Stickstoffmenge des Harns die Summe der umgesetzten stickstoffhältigen Körpersubstanz repräsentirt, lässt sich das gewonnene Resultat so formuliren: **Durch die Glaubersalzeinnahme wird der Umsatz der stickstoffhältigen Gewebselemente beträchtlich beschränkt, der Thierkörper wird an Stickstoffatomen, an Leim- und Eiweissgeweben reicher.**

5. Die Stickstoffersparung findet nicht ihren vollen Ausdruck in der Gewichtszunahme, diese beträgt in allen Beobachtungsreihen weniger als dem Fleischansatze entspricht, welcher dem Stickstoffgewinne gleichwerthig ist. Diese Differenz ist so zu deuten, dass für das angesetzte Stickstoffgewebe andere stickstofffreie Substanz in grösserer Menge verausgabt wurde.

Aus dieser Differenz wie aus andern im Verlaufe der Abhandlung dargelegten Gründen ist es nahezu gewiss, **dass während der Glaubersalzzufuhr die stickstofffreien Gewebselemente und insbesondere die Fettgewebe in reichlicherer Menge umgesetzt werden.**

6. In einzelnen Fällen wird durch die Glaubersalzzufuhr die Ausscheidung von Kynurensäure veranlasst. Da dieser Stoff nur selten und nur unter gewissen noch nicht genau gekannten Ernährungsverhältnissen ausgeschieden wird, bestätigt dessen Auftreten, dass das Glaubersalz auf die gesammte Stoffumsetzung einen wesentlich alterirenden Einfluss übt.

Ich habe im Eingange dieser Arbeit erwähnt, dass ich vor einigen Jahren Versuche über die Einwirkung des Carlsbader Wassers auf den Stoffwechsel ausgeführt habe. Als Versuchsobjecte dienten sieben junge Soldaten. Wie natürlich können Versuche über Stoffumsatz, an Menschen ausgeführt, nicht sehr exact sein, da es kaum möglich ist durch längere Zeit qualitativ und quantitativ gleich zusammengesetzte Nahrungsmittel einzunehmen, die Fehler, die jeder Berechnung der Einnahmen zu Grunde liegen, sind so beträchtlich, dass nur bedeutende Differenzen in der Ausscheidung zu Schlüssen berechtigen.

Als das wichtigste Ergebniss jener Untersuchungen stellte sich heraus, dass durch die Einnahme von Carlsbader Wasser die Harn-

stoffausscheidung beträchtlich vermindert wurde. Dieses Resultat stimmt mit dem jetzt auf exacter Grundlage, durch Versuche an Thieren, gewonnenem Ergebnisse über die hervorragendste Wirkung des Glaubersalzes, in überraschender Weise überein. Der Gedanke liegt nahe, dass jene Wirkung des Carlsbader Wassers auf Rechnung seines wichtigsten Bestandtheiles, des Glaubersalzes, zu setzen sei.

Wir haben damals die Vermuthung ausgesprochen, dass die verminderte Harnstoffausscheidung, also der beschränkte Stickstoffumsatz durch eine in Folge des Wassergebrauches gesteigerte Fettoxydation veranlasst sein dürfte, und haben als Stütze für diese Ansicht die therapeutischen Erfahrungen über die Wirkungen des Carlsbader Wassers angeführt. Die Gewebsreductionen nämlich, die wir in Carlsbad beobachten, beziehen sich immer auf Fettgebilde, der Fettpolster, zumal der am Unterleibe angesammelte, verschwindet auffallend rasch, unter allen organischen Lebererkrankungen sehen wir nur die Fettleber mit Bestimmtheit rückgängig werden. Wir können nicht umhin, nachdem wir eine so bedeutungsvolle Analogie zwischen der Wirkung des Glaubersalzes und des Carlsbader Wassers erkannt haben, auf diese therapeutischen Erfahrungen als auf einen wichtigen Anhalt für unsere jetzt kräftig gestützte Hypothese über die durch Glaubersalz gesteigerte Umsetzung stickstofffreier Gewebselemente hinzudeuten.

Wenn wir aus den Resultaten unserer Untersuchungen alles Hypostatische ausschliessen, wenn wir auch von dem nicht constanten Auftreten der Kynurensäure absehen, bleibt noch die eine wichtige Thatsache zurück, dass durch den Glaubersalzgebrauch die Ausfuhr von Stickstoff durch den Harn beträchtlich vermindert wird. Diese Thatsache wurde durch vier Untersuchungsreihen an drei Thieren constatirt. Die Methode der Untersuchung war für die Normalperiode wie für die Glaubersalzperiode stets dieselbe, so dass die etwaigen Fehlerquellen stets dieselben waren und auf das Resultat keinen Einfluss nehmen konnten. Die Differenzen in der Stickstoffausfuhr waren überdies so bedeutend, dass selbst abgesehen von dem aus den Analysen Pettenkofer's gewonnenem Resultate, dass in den Perspirationsgasen kein Stickstoff enthalten sei, an eine Ausfuhr dieser Differenz mit den Perspirationsproducten nicht zu denken wäre. Es ist also gleichfalls eine aus den Untersuchungen gewonnene Thatsache, dass durch die Glaubersalzzufuhr die Umsetzung der Stickstoffgewebe vermindert wird.

Diese Thatsache hat, abgesehen von ihrer Bedeutung für die wissenschaftliche Begründung der Heilquellenwirkungen, auch ein wichtiges praktisches Interesse. Wenn weitere Versuche, unter den verschiedensten Bedingungen ausgeführt, dieselbe bestätigen, wäre die Anwendung kleiner Mengen Glaubersalz therapeutisch und hygiänisch zu verwerthen, wo es sich um Conservirung der Eiweissgewebe, und um Aufspeicherung derselben im Thierleibe handelt, also bei den verschiedenen Consumtionskrankheiten und zum Behufe der Fleischmästung.

A. I. Normalreihe.

Datum	Körpergewicht	Harnmenge in CC.	Harnstoff		Stickstoff des Harns in Grm.	Fäces		Stickstoffgehalt der Fäces		Fettgehalt der Fäces	
			p. c.	p. d. in Grm.		frisch	trocken	p. c.	Gesammtmenge	p. c.	Gesammtmenge
1860.											
Dec. 11.	21040										
12.	21020	580	5·5	31·90	15·646						
13.	20830	450	6·7	30·15	14·660						
14.	20800	780	4·0	31·20	15·582						
15.	21030	520	5·4	28·08	13·785						
16.	20970	740	4·4	32·56	16·164						
17.	21250	510	5·7	29·07	14·234						
18.	21130	820	4·7	38·54	18·980						
19.	20985	640	4·6	29·44	14·577						
20.	21110	600	5·2	31·20	15·347	181	88·6	5·01	4·43	33	29
21.	21070	650	4·2	27·30	13·591						
22.	21280	180	4·35	7·83	3·889						
23.	21230	890	4·35	38·72	10·135						
24.	21045	1000	3·15	31·50	16·011						

25.	21270	420	6·15	25·84	12·609	153	77·7	5·00	3·88	33·3	25·87
26.	21185	860	4·20	36·12	17·983						
27.	21280	800	4·20	33·60	16·729						
28.	21440	580	5·25	30·45	14·970						
29.	21495	680	4·27	29·07	14·452						
30.	21600	575	4·40	25·30	12·560						
31.	21730	575	5·10	29·32	14·436						
1861											
Jänn. 1.	21730	730	4·05	29·56	14·751						
2.	21685	580	4·65	26·97	13·345						
3.	21830	620	5·25	32·55	15·943	140	65·2	5·02	3·27	34	15·84
4.	21870	640	4·50	28·80	14·258						
5.	21620	980	3·30	32·34	16·276						
6.	21920	340	6·67	22·67	10·825						
7.	21910	650	4·40	28·60	14·198						
8.	21970	750	4·05	30·37	15·155						
9.	22150	600	4·80	28·80	14·226						
10.	22140	860	3·90	33·54	16·789	97	31·4	5·02	1·57	31·5	9·89
Gesammtausgabe.											
		19600			**441·276**	**569**	**262·9**		**13·15**		**80·60**

A. II.

Datum	Körpergewicht	Harnmenge	Harnstoff		Stickstoff des Harns in Grm.	Fäces		Stickstoff der Fäces		Fettgehalt der Fäces	
			p. c.	p. d. in Grm.		frisch	trocken	p. c.	Gesammtmenge	p. c.	Gesammtmenge
			A. Tägliche Einnahme von 1 Grm. wasserfreiem Glaubersalz.								
1861.											
März 11.	22730										.
12.	22880	630	3·90	24·57	12·299						
13.	22730	900	3·7	33·30	16·720						
14.	22820	350	4·6	16·11	7·977	57	28·9	5·4	1·56	28	8
15.	22730	970	3·5	33·95	17·114						
16.	22820	550	4·5	24·75	12·270						
17.	22960	550	4·5	24·75	12·270	135	73·3	5·8	4·25	22	16·1
18.	22860	650	3·1	20·15	10·255						
19.	22960	420	4·8	20·16	9·958						
20.	23020	560	4·2	23·52	11·309						
21.	22990	770	3·6	27·72	13·944						
			B. Tägliche Einnahme von 2 Grm. wasserfreiem Glaubersalz.								
22.	23010	710	3·9	27·69	13·882						
23.	23180	620	4·1	25·42	12·672						

24.	23310	550	3·8	20·90	10·474	120	40·2	5·4	2·17	29·7	11·9
25.	23120	740	3·7	27·38	13·747						
26.	23520	400	3·4	13·60	6·771						
27.	23420	820	4·0	32·80	16·381						
28.	23550	550	3·8	20·90	10·674						
29.	23550	550	4·1	22·55	11·044	70	24·2	7·7	1·86	28·8	6·9
30.	23570	570	3·7	21·09	9·388						
31.	23870	580	4·6	26·68	13·210						

C. Tägliche Einnahme von 3 Grm. wasserfreiem Glaubersalz.

1.	24170	530	5·0	26·50	13·061						
2.	24220	670	5·6	37·52	18·387						
3.	24180	840	4·0	33·60	16·781						
4.	24500	470	4·2	19·74	9·827						
5.	24390	650	4·2	27·30	13·591						
6.	—	460	4·6	21·16	10·477	97	32·59	6·3	2·05	32	10·42
7.	24470	560	5·4	30·24	14·846						
8.	24620	370	3·0	11·10	5·664						
9.	24500	990	4·4	43·56	21·625	134	30·91	4·9	1·51	16·1	4·97
10.	24450	590	4·5	26·55	13·062						

Gesammtausgabe.

		18570			379·842	613	230·10		13·40		58·29

A. III.

Datum	Körpergewicht	Harnmenge	Harnstoff p. c.	Harnstoff p. d.	Stickstoff des Harns in Grm.
11. April	24·470	.	.	.	.
12. „	24·400	800	4·9	40·18	19·799
13. „	24·720	430	4·9	21·17	10·443
14. „	24·770	600	3·9	23·40	11·706
15. „	24·860	680	4·1	27·88	13·899
16. „	24·970	670	4·1	27·47	13·687
17. „	24·920	770	4·6	35·42	17·535
18. „	24·930	710	3·4	24·14	12·196
19. „	24·935	780	4·8	37·44	18·494
20. „	25·210	860	3·8	17·48	8·759
21. „	25·120	860	4·0	34·40	17·180
		Gesammtausgabe:			
		7160	.	.	143·701

B. I. Normalreihe.

Datum	Körper-gewicht	Harnmenge	Stickstoff des Harns		Fäces	Stickstoff der Fäces
			p. c.	p. d.		
1861.						
14. Nov.	28050	.	.	.	.	.
15. „	27940	665	2·296	15·268	.	.
16. „	27900	700	2·324	16·268	.	.
17. „	27970	580	2·268	13·154	.	.
18. „	27850	675	2·240	15·120	.	.
19. „	27640	370	3·220	11·914	.	.
20. „	27740	585	2·702	15·806	.	.
21. „	27810	560	2·240	13·544	110	2·32
22. „	27720	660	2·100	13·860	.	.
23. „	27710	645	2·100	13·545	.	.
24. „	27550	610	2·408	14·685	.	.

B. II.

Datum	Körpergewicht	Harnmenge	Stickstoff		Fäces	Stickstoff
			p. c.	p. d.		
A. Tägliche Einnahme von 1 Grm. Glaubersalz.						
1861.						
Nov. 27.	27540	.	.	.	.	.
28.	27650	670	2·156	14·445	.	.
29.	27270	720	1·428	10·281	210	4·6
30.	27360	640	2·240	14·336	.	.
Dec. 1.	27450	610	2·100	12·810	.	.
2.	27410	600	2·184	13·104	.	.
3.	27405	570	1·923	11·012	.	.
4.	27610	550	2·100	11·550	.	.
5.	27410	570	1·960	11·172	.	.
6.	27250	500	2·576	12·880	.	.
7.	27260	500	2·240	11·200	.	.
B. Tägliche Einnahme von 2 Grm. Glaubersalz.						
8.	27200	840	1·624	13·641	.	.
9.	26770	800	1·400	11·200	250	3·7
10.	26670	0	0	0	.	.
11.	26760	610	2·520	15·372	.	.
12.	26710	570	1·820	10·374	150	1·4
13.	26850	560	2·464	13·798	.	.
14.	26860	630	1·624	10·231	.	.
15.	27080	520	2·296	11·939	.	.
16.	26750	760	2·184	16·598	.	.
17.	26850	510	2·296	11·709	.	.
C. Tägliche Einnahme von 3 Grm. Glaubersalz.						
18.	26900	420	1·680	7·056	.	.
19.	26540	640	2·380	15·232	345	2·657
20.	26620	310	2·604	8·072	.	.
21.	26580	560	2·604	14·582	.	.
22.	26320	870	1·820	15·834	104	1·100
23.	26290	600	2·184	13·104	.	.
24.	26045	850	1·792	15·232	.	.
25.	26110	585	2·212	12·940	.	.
26.	26060	680	1·960	13·328	.	.
27.	26020	520	2·520	13·104	105	0·900
D. Tägliche Einnahme von 4 Grm. Glaubersalz.						
28.	26115	570	2·548	14·532	.	.
29.	26110	720	1·988	14·313	.	.
30.[1]	25660	600	2·520	15·610	.	.
31.	25750	545	2·744	14·954	.	.
1862.						
Jän. 1.[2]	25810	560	2·744	15·366	.	.

[1]) Der dünnflüssige Koth ist dem Harn beigemengt. [2]) Koth dünnflüssig.

B. III.

Datum	Körper-gewicht	Harn-menge	Stickstoff		Fäces	Stickstoff	Kynurensäure
			p. c.	p. d.			
1862.							
Jän. 21.	25240	1170	1·316	15·397	.	.	.
22.	25240	800	1·904	15·232	.	.	.
23.	25180	700	1·932	13·524	.	.	.
24.	25150	540	2·604	14·061	.	.	.
25.	24980	840	1·988	16·699	.	.	.
Einnahme von 2 Grm. Glaubersalz.							
29.	24960	.	.	.	.	.	.
30.	24930	785	1·96	15·386	.	.	.
31.	25000	735	2·156	15·846	.	.	.
Feb. 1.	24900	715	2·352	16·816	10·0	.	0·343
2.	24900	710	2·352	16·699	.	.	.
3.	24800	830	2·016	16·732	.	.	.
4.	24890	550	2·184	12·012	.	.	0·213
5.	24690	960	2·184	20·966	.	.	.
6.	24800	540	2·464	13·305	.	.	.

B. IV. Normalreihe.

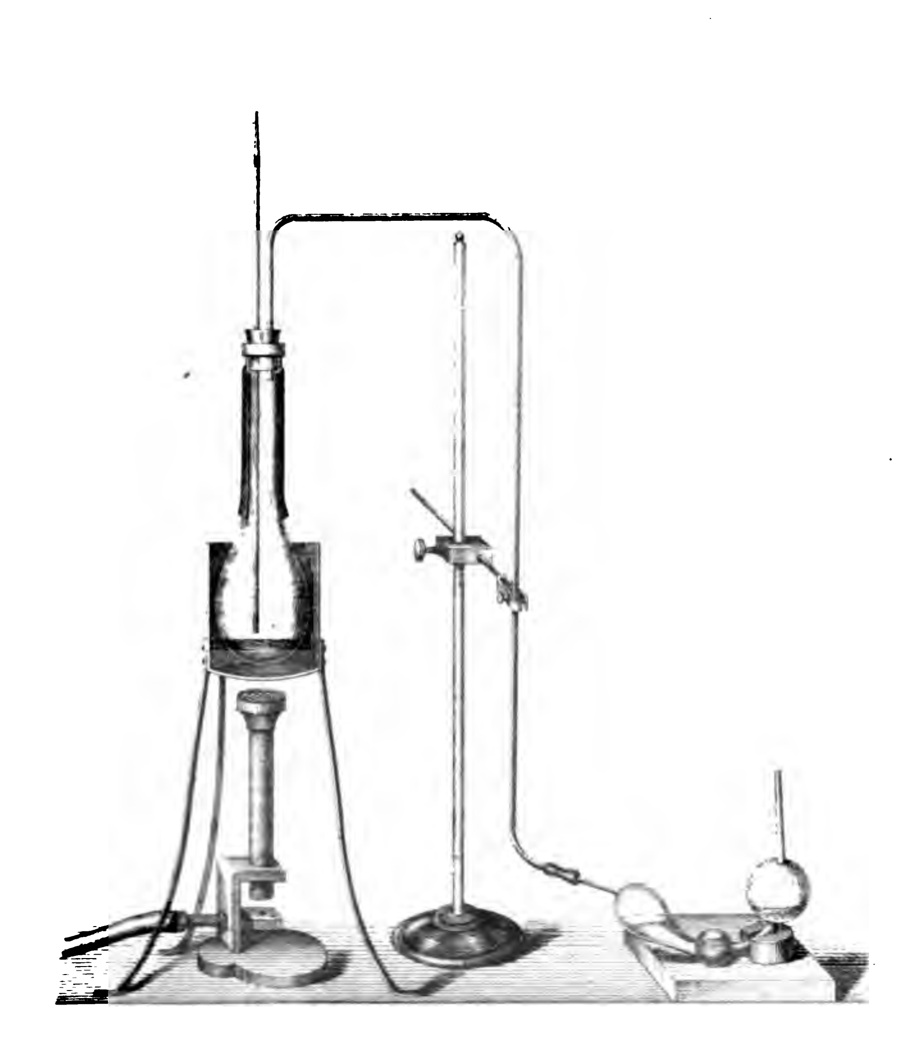
Datum	Körper-gewicht	Harn-menge	Stickstoff p. c.	Stickstoff p. d.	Fäces	Stickstoff	Kynurensäure
Vermehrung der täglichen Fettportion um 100 Grm.							
Febr. 10.	24870	.	.	.	.	.	.
11.	24850	.	.	.	.	.	.
12.	24980	.	.	.	.	.	.
13.	25040	.	.	.	.	.	.
14.	25040	.	.	.	.	.	.
15.	25290	.	.	.	.	.	.
16.	25550	.	.	.	.	.	.
17.	25620	.	.	.	.	.	.
18.	25870	.	.	.	.	.	.
19.	25800	.	.	.	.	.	.
20.	25800	805	2·184	17·581	.	.	.
21.	26140	650	2·268	14·942	.	.	keine Trübung
22.	26200	880	2·016	17·740	.	.	sehr geringe Trübung
23.	26325	800	2·100	16·800	.	.	keine Trübung
24.	26270	770	2·324	17·894	.	.	.
25.	26040	530	3·220	17·066	90	2·8 (25.–26.)	.
26.	26120	650	2·296	14·924	60		keine Trübung

B. V.

Datum	Körper-gewicht	Harnmenge	Stickstoff des Harns		Kynurensäure
			p. c.	p. d.	
Tägliche Einnahme von 2 Grm. Glaubersalz.					
1862.					
Feb. 27.	26050	.	.	.	.
28.	26265	440	2·80	12·320	beträchtliche Trübung
März 1.	26525	410	3·032	12·513	reichlicher Niederschlag
2.	26800	630	3·024	19·051	geringere Trübung
3.	26780	650	1·988	12·922	0·457
4.	26900	650	2 100	13·650	0·323
5.	27210	490	2·576	12·622	0·300
6.	27380	650	2·380	15·470	0·220
7.	27400	800	2·116	16·128	0·260
8.	27570	580	2·660	15·428	0·460
9.	28070	220	2·996	6·591	0·310
10.	27750	1100	2·156	23·716	.
11.	27870	675	1·876	12·636	.
12.	28020	690	2·240	15·450	.
13.	28580	400	2·520	10·080	.
14.	28590	870	1·596	13·885	.
15.	28800	680	1·820	12·376	} 0·630
16.	28800	940	1·820	17·108	}
17.	29110	725	1·512	10·962	0·320
18.	29170	840	2·128	17·875	.
19.	29370	690	2·100	14·490	0·530
20.	29370	855	2·100	17·955	0·650
21.	29840	590	1·764	10·407	0·650
22.	29830	915	1·988	18·190	0·410
23.	29840	900	1·820	16·380	0·340
24.	29800	850	2·100	17·850	0·455
25.	30020	740	1·788	14·711	0·540
26.	30150	820	1·736	14·235	.
27.	30150	940	1·904	17·897	.

C.

Datum		Körpergewicht	Harnmenge	Stickstoff des Harns	
				p. c.	p. d.
		I. Normalreihe.			
1862.					
December	13.	21340	.	.	.
	14.	21210	670	1·97	13·19
	15.	21250	400	3·36	13·44
	16.	21270	655	2·26	14·80
	17.	21270	685	1·81	12·39
	18.	21210	600	2·58	15·48
	19.	21210	530	2·44	12·93
	20.	21200	590	2·74	16·16
	21.	21260	510	2·48	12·64
	22.	21350	450	3·00	13·50
	23.	21360	500	2·90	14·50
		II. Einnahme von 2 Grm. Glaubersalz.			
	27.	21390	.	.	.
	28.	21480	420	3·02	12·68
	29.	21520	610	2·34	14·27
	30.	21540	610	2·12	12·93
	31.	21590	590	2·12	12·50
1863.					
Jänner	1.	21550	640	2·24	14·33
	2.	21550	650	2·12	13·78
	3.	21540	550	2·34	12·87
	4.	21600	410	2·50	10·25
	5.	21670	510	2·42	12·34
	6.	21800	665	1·87	11·83
	7.	21770	840	1·78	14·95
	8.	21730	620	2·08	12·89
	9.	21750	630	2·60	16·38
	10.	21680	580	2·44	14·15
	11.	21810	520	2·44	12·68
	12.	21820	440	2·04	8·96
	13.	—	700	1·80	12·60
	14.	21770	670	2·02	13·53
	15.	21650	600	2·01	12·06
	16.	21720	560	2·54	14·22



V. SITZUNG VOM 18. FEBRUAR 1864.

Herr Prof. H. Hlasiwetz zu Innsbruck übersendet eine von ihm in Gemeinschaft mit Herrn L. Barth verfasste Abhandlung: „Über einen neuen, dem Orcin homologen Körper“.

Herr Prof. Aug. Em. Reuss legt eine Abhandlung „über fossile Lepadiden“ vor.

Herr Prof. C. Ludwig macht eine Mittheilung „über den Einfluss des Halsmarkes auf den Blutstrom“. Die betreffenden Untersuchungen wurden von ihm gemeinschaftlich mit Herrn Dr. L. Thiry ausgeführt.

Herr J. Popper bespricht seine Untersuchungen über die „geometrische Darstellung der unendlichen Operationen“.

Herr Dr. Fr. Steindachner übergibt eine Abhandlung unter dem Titel: „Ichthyologische Notizen“.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Akademie gemeinnütziger Wissenschaften, Königl., zu Erfurt. Jahrbücher. N. F. Heft III. Erfurt, 1863; 8°. — Jenzsch, Zur Theorie des Quarzes mit besonderer Berücksichtigung der Circularpolarisation. Erfurt, 1861; 8°.

Anuario del Real Observatorio de Madrid. — V. Año. 1864. Madrid, 1863; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1461—1462. Altona, 1864; 4°.

Canestrini, Giov., Note ittiologiche. (Estr. dall' Archivio per la Zoologia. Vol. III. Fasc. I.) Modena, 1864; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LVIII. No. 3 — 4. Paris, 1864; 4°.

Cosmos. XIII° Année, 24° Volume, 6° — 7° Livraisons. Paris, 1864; 8°.

Land- und forstwirthschaftliche Zeitung. XIV. Jahrgang, Nr. 5: Wien, 1864; 4°.

Mondes. 2° Année, Tome III. 5 — 6 Livraisons. Paris, Tournai, Leipzig, 1864; 8°.

Moniteur scientifique. 171° Livraison. Tome VI°. Année 1864. Paris; 4°.

Reader, The. Nr. 59, Vol. III. London, 1864, Folio.

Société Batave de Philosophie expérimentale de Rotterdam. Programme. 1863. 8°.

Wien, Universität: Übersicht der akademischen Behörden etc. für das Studienjahr 1863/64. Wien, 1863; 4°.

Wiener medizinische Wochenschrift. XIV. Jahrgang, Nr. 6 — 7. Wien, 1864; 4°.

Wochen-Blatt der k. k. steierm. Landwirthschafts-Gesellschaft. XIII. Jahrgang, Nr. 7. Gratz, 1864; 4°.

Über einen neuen, dem Orcin homologen Körper.

Von H. Hlasiwetz und L. Barth.

Die Resultate unserer Untersuchung über das Guajakharz liessen es wissenswerth erscheinen, welchen Erfolg das dort befolgte Verfahren bei anderen Harzen wohl haben würde.

Wir haben zunächst die Reaction mit dem Galbanumharz wiederholt, und erhielten eine merkwürdige krystallisirte Substanz, die fast alle Eigenschaften des Orcins zeigt, und ihrer Zusammensetzung nach in der That, als der nächste Homologe desselben betrachtet werden muss.

Die Darstellung derselben ist sehr einfach.

Galbanumharz, von dem man durch Alkohol die gummösen Bestandtheile abgetrennt hat, wird mit $2^1/_2$—3 Theilen Kalihydrat so lange geschmolzen, bis die Masse homogen ist.

Die Zersetzung verlauft unter Entwickelung aromatischer Dämpfe und starkem Schäumen.

Man bringt sofort nach dem Schmelzen Wasser hinzu, versetzt mit Schwefelsäure bis zur sauern Reaction, filtrirt nach dem Erkalten, schüttelt die Flüssigkeit 2—3mal mit Äther aus, destillirt die ätherische Lösung, dampft den Rückstand noch etwas im Wasserbade ein, bringt ihn alsdann in eine Retorte, und destillirt über freiem Feuer. Anfangs geht eine kleine Menge einer wässerigen, nach flüchtigen Fettsäuren riechenden Flüssigkeit über, weiterhin wird das Destillat öliger und dicklicher.

Man fängt es in Schalen auf, und wechselt öfters diese Vorlagen.

Das ölige Product erstarrt dann sehr schnell zu schönen strahligen Krystallen, die nur von wenig Mutterlauge durchzogen sind.

Die anhängenden flüchtigen Fettsäuren lassen sich entfernen, wenn man das durch Destillation erhaltene Rohproduct in wenig warmen Wasser löst, mit Barytwasser bis zur alkalischen Reaction versetzt und die Flüssigkeit wieder mit Äther ausschüttelt.

Nach dem Entfernen des Äthers hinterbleibt ein syrupdicker Rückstand, der sehr bald krystallisirt und durch wiederholtes Umdestilliren leicht gereinigt werden kann.

Dieses Verfahren gibt vom Lothe Galbanumharz etwa einen Gramm farbloser Substanz.

Man kann die Barytbehandlung umgehen, wenn man mit dem Thermometer öfters umdestillirt und nur jene Partien auffängt, die zwischen 269—279° übergehen; 271° ist nämlich der Siedpunkt der reinen Substanz. Ihre Eigenschaften sind folgende.

Sie ist geruchlos, sehr löslich in Wasser, Alkohol und Äther, löslich in Schwefelkohlenstoff und Chloroform.

Sie krystallisirt erst bei grosser Concentration ihrer Lösungen, und zeigt dann, wie das Orcin, die Formen des rhombischen Systems, Tafeln, oder kurze dicke Säulen. Ihre Reaction ist neutral, ihr Geschmack intensiv unangenehm und etwas kratzend süss.

Die wässerige Lösung gibt mit Eisenchlorid eine dunkelviolete, in's Schwärzliche ziehende Färbung, die auf Ammoniakzusatz unter Abscheidung von Eisenoxyd verschwindet.

Eine Chlorkalklösung gibt eine violete, wenig beständige Färbung.

Ammoniak färbt die Lösung an der Luft rosenroth, später dunkler, zuletzt bräunlich. Überlässt man eine ammoniakalische Lösung der Substanz der Verdunstung in gelinder Wärme, so trocknet sie zu einer dunkelblauen Masse ein, die sich mit blauer Farbe wieder in Wasser löst und auf Säurezusatz roth wird. Salpetersaures Silber wird beim Kochen, und auf Ammoniakzusatz reducirt. Aus einer alkalischen Kupferoxydlösung scheidet sich beim Erhitzen Kupferoxydul aus.

Die reine Substanz ist zunächst vollständig farblos, beim Aufbewahren oder beim Liegen an der Luft färbt sie sich schwach röthlich. Sie schmilzt bei 99° C. und fängt bald darauf etwas zu verdampfen an.

Sie verbrennt mit leuchtender Flamme und hinterlässt beim Destilliren fast keinen Rückstand.

Sie krystallisirt wasserfrei, und gibt bei der Analyse Zahlen, die zu der Formel $Є_6H_6Θ_2$ führen.

I. 0·3014 Grm. Subst. gaben 0·724 Grm. Kohlens. und 0·1548 Grm. Wasser.
II. 0·2940 „ „ „ 0·702 „ „ „ 0·151 „ „

		Berechnet	I.	II.
$Ꞓ_6$	72	65·5	65·5	65·1
H_6	6	5·5	5·7	5·7
$Θ_2$	32	—	—	—
	110			

Da sich diese Formel durch Verbindungen nicht controliren liess, so haben wir eine Bestimmung der Dampfdichte versucht. Die hohe Temperatur, bei der man den Versuch ausführen muss, lässt jedoch den Körper nicht ganz unzersetzt. Der Rückstand im Kolben war stark gebräunt. Die erhaltene Zahl ist darum nicht ganz scharf, sie zeigt aber doch, dass die Formel nur $Ꞓ_6$ enthalten kann. Wir fanden die Dampfdichte zu 4·1 statt der berechneten 3·8.

Mit derselben Leichtigkeit wie das Orcin gibt der Körper auch ein Bromsubstitutionsproduct.

Es bildet sich schnell beim Vermischen von gesättigtem Bromwasser mit einer nicht allzu concentrirten wässerigen Lösung desselben, bis die entstehende Trübung bleibend wird.

Man nimmt dabei einen stechenden Geruch wie nach Brompikrin wahr, und die Verbindung fällt in kleinen voluminösen Nadeln heraus, die die ganze Flüssigkeit erfüllen. Sie wurden auf einem Filter mit kaltem Wasser gewaschen und bei gewöhnlicher Temperatur getrocknet.

So dargestellt sind sie weich, leicht verfilzt, in kaltem Wasser schwer löslich; löslich in siedendem, leicht löslich in Alkohol. Sie enthalten 3 Äq. Brom an der Stelle 3 Äq. Wasserstoff.

Ihr Krystallwasser entweicht bei 100°.

0·318 getrock. Subst. gaben 0·247 Grm. Kohlens. und 0·035 Grm. Wasser.
0·3126 „ „ „ nach der Meth. v. Carius 0·5089 „ Bromsilber.

Hieraus ergibt sich die Formel:

$$Ꞓ_6H_3Br_3Θ_2$$

		Berechnet	Gefunden
$Ꞓ_6$	72	20·8	21·1
H_3	3	0·9	1·2
Br_3	240	69·2	69·2
$Θ_2$	32	—	—
	347		

Die Formel $Ꞓ_6H_6Θ_2$ ist diejenige, auf welche in der Reihe der Homologen die des Orcins $Ꞓ_7H_8Θ_2$ folgt.

Sie ist zugleich die Formel des Brenzkatechins und des Hydrochinons, mit welchem der neue Körper demnach isomer ist.

Für die Homologie mit dem Orcin spricht ausser den angeführten Thatsachen auch noch die Differenz der Siedepunkte, die, wie es die Regel verlangt, 19° ist. (Das Orcin siedet bei 290° C.) Zwenger und Sommer haben als Zersetzungsproducte mehrerer Harze, unter andern auch des Galbanums, einen, dem Chinon isomeren Körper, das Umbelliferon erhalten, mit dem der oben beschriebene vielleicht im nächsten Zusammenhange steht. Auch zum Phloroglucin $\mathrm{C_6H_6O_3}$ liesse sich eine Beziehung vermuthen, für die manches Ähnliche in den Reactionen, der süsse Geschmack, und die Fähigkeit auch dieses Körpers, 3 Äq. Brom aufzunehmen, spricht.

Diese Verhältnisse auszumitteln, wird der Gegenstand unserer nächsten Versuche bilden.

Wir nennen den neuen Körper, da wir gefunden haben, dass er auch aus dem Ammoniakgummiharz erhalten werden kann, Resorcin, um an seine Entstehung aus Harzen und seine Beziehung zum Orcin zu erinnern.

Neben dem Resorcin bildet sich beim Schmelzen der genannten Harze mit Kalihydrat auch noch Oxalsäure, und constant eine nicht unbeträchtliche Menge einer flüchtigen Fettsäure.

Löst man den Rückstand, der bei der Eingangs mitgetheilten Bereitungsweise nach dem Abdestilliren des ätherischen Auszuges hinterbleibt, in Wasser auf, und versetzt mit essigsaurem Bleioxyd, so fällt ein gefärbter Niederschlag, der im wesentlichen oxalsaures Bleioxyd ist.

Mit Schwefelwasserstoff zersetzt, liefert die eingedampfte Flüssigkeit Krystalle, die alle Eigenschaften der Oxalsäure zeigen.

Destillirt man ferner die mit Schwefelsäure übersättigte Lösung der Kalischmelze für sich, so geht ein saures Wasser vom Geruch der Buttersäure über, aus welchem wir zuerst ein Natronsalz, dann durch Destillation dieses mit Schwefelsäure, die freie Säure, und durch Sättigen der letztern mit Barytwasser, das Barytsalz dargestellt haben.

Es zeigte die Eigenschaften der Barytsalze niederer Fettsäuren, die Analysen aber deuten auf ein Gemenge.

Wir kommen später auf diese Verbindung zurück.

Unsere weiteren Versuche werden sich noch auf mehrere Harze erstrecken. Es scheint, dass vornehmlich Schleimharze Zersetzungsproducte der beschriebenen Art zu liefern im Stande sind. Mit Elemiharz und Colophonium erhielten wir negative Resultate. Die Myrrha dagegen gibt nach vorläufigen Reactionen einen neuen krystallisirten Körper. — Weitere Mittheilungen darüber seien uns vorbehalten.

VI. SITZUNG VOM 25. FEBRUAR 1864.

Herr Prof. Dr. A. v. Waltenhofen in Innsbruck, übersendet eine Abhandlung: „Beobachtungen über die Polarisation constanter Ketten und deren Einfluss bei Spannungsbestimmungen nach der Compensationsmethode".

Herr Prof. Dr. A. Weiss in Lemberg, übermittelt eine Abhandlung, betitelt: „Untersuchungen über die Entwickelungsgeschichte des Farbstoffes in Pflanzenzellen".

Herr Dr. A. Boué liest: „über die Geogenie der Mandel-, Blatter- und Puddingsteine".

Herr Hofrath Prof. J. Hyrtl legt eine Abhandlung „über Wirbelassimilation bei Amphibien" vor.

Herr Dr. L. Thiry spricht „über eine neue Methode, den Dünndarm zu isoliren".

Herr F. Unferdinger überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Vergleichung der Pendelformel mit den Beobachtungen".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Astronomische Nachrichten. Nr. 1463 — 1464. Altona, 1864; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LVIII. No. 5 — 6. Paris, 1864; 4°.

Cosmos. XIIIe Année, 24e Volume, 8e Livraison. Paris, 1864; 8°.

Dana, James D. 1. The Classification of Animals on the Principle of Cephalization. 2. On fossil Insects from the carboniferous Formation in Illinois. (From the American Journal of Sc. & Arts. Vol. XXXVII.) 8°.

Gewerbe-Verein, nieder-österr.: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1864, 1. Heft. Wien; 8°.

Land-. und forstwirthschaftliche Zeitung. XIV. Jahrgang, Nr. 6. Wien, 1864; 4°.

Mittheilungen des k. k. Genie-Comité. Jahrg. 1863. VIII. Band, 4. Heft; Jahrg. 1864. IX. Bd. 1. Heft. Wien, 1863 & 1864; 8°.

Mondes. 2ᵉ Année, Tome III., 7ᵉ Livraison. Paris, Tournai, Leipzig, 1864; 8⁰.

Moniteur scientifique. 172. Livraison. Tome VIᵉ, Année 1864. Paris; 4⁰.

Reader, The. Nr. 60, Vol. III. London, 1864; Fol.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Jahrbuch. 1863. XIII. Bd. Nr. 4. October, November, December. Wien; kl. 4⁰.

Wiener medizinische Wochenschrift. XIV. Jahrgang, Nr. 8. Wien, 1864; 4⁰.

Wochen-Blatt der k. k. steierm. Landwirthschafts-Gesellschaft. XIII. Jahrg. Nr. 8. Gratz, 1864; 4⁰.

Zeitschrift für Chemie und Pharmacie von E. Erlenmeyer. VII. Jahrg. Heft 3. Heidelberg, 1864; 8⁰.

— des österr. Ingenieur-Vereines. XV. Jahrg. 12. Heft, Wien, 1863; 4⁰.

Aufstellung einer neuen Pendelformel und Darlegung einer Methode aus der Länge des Secundenpendels in verschiedenen Breiten die Fliehkraft und die Form und Grösse der Erde zu bestimmen.

Von **Franz Unferdinger,**
Lehrer der Mathematik an der Ober-Realschule am Bauernmarkt.

(Vorgelegt in der Sitzung am 17. December 1863.)

> Die Anwendung von Beobachtungen zur Bestimmung unbekannter Grössen ist nur dann von jeder Willkür frei, wenn die mathematische Form der beobachteten Quantitäten gegeben ist.
> *Bessel.*

Clairaut und **Laplace** gelangen unter Voraussetzung einer bestimmten Hypothese über den Dichtezustand des Erdinnern für die allgemeine Form der Länge des Secundenpendels in verschiedenen Breiten φ zu dem Ausdruck $a + b \sin^2 \varphi$.

Die Richtigkeit dieser Form vorausgesetzt, war man nun bemüht, durch zahlreiche von Reisenden ausgeführte Beobachtungen in verschiedenen Breiten die Constanten a und b zu bestimmen.

Ich stelle hier eine Reihe solcher Formeln zur Übersicht zusammen, so wie ich sie in verschiedenen Werken gefunden habe, sie geben für die mittlere Zeitsecunde als Schwingungszeit die Pendellänge in Pariser Linien:

439·132	+	2·4990	$\sin^2\varphi$	(1)
140		4991	„	(1)
260		4998	„	(1)
228		3891	„	(2)
318		2483	„	(3)
298		2817	„	(4)

Die drei Formeln (1) beruhen auf 15 Beobachtungen und folgen aus dem Resultate von **Laplace** (Traité de mécanique céléste Lib. III, pag. 150), je nachdem man die Länge des Secundenpendels für Paris annimmt, zu 440·559 Par. Lin. nach **Borda** oder 440·567 nach **Biot, Arago** oder zu 440·687 nach **Kater.**

Die zweite und dritte Formel sind von J. J. v. Littrow gerechnet aus je 9 und 17 Beobachtungen (Theoret. und praktische Astr. Bd. I, pag. 338 und Vorlesungen über Astr. Bd. II, pag. 30), zu welchen bereits die sorgfältigeren Bestimmungen von Kater und Sabine benützt wurden.

Die Formel (4) jene von Sabine ist das Resultat eines grossen, auf Veranlassung des Board of Longitude ausgeführten Unternehmens und hat unter allen den meisten Anspruch auf Genauigkeit.

Bezeichnet f die Flugkraft, g die beobachtete (von der Flugkraft entstellte) Schwerkraft und stellt l die beobachtete Länge des Secundenpendels am Äquator und l' jene am Pole vor, so hat Clairaut unter Voraussetzung einer bestimmten durch die Beobachtungen aber nicht geprüften Hypothese, für die Abplattung die Formel gefunden:

$$\alpha = \frac{5}{2}\frac{f}{g} - \omega,$$

wenn $\omega = \frac{l'-l}{l}$ ist. Durch Anwendung obiger Ausdrücke für die Länge des Secundenpendels erhält man hiermit, für die Abplattung nach (1), (3), (4) die Werthe $\frac{1}{336}$, $\frac{1}{282}$, $\frac{1}{289}$, aber die Gradmessungen geben $\frac{1}{299}$.

Ich enthalte mich jedes Urtheiles über diese Resultate und setze im Nachfolgenden eine Methode auseinander, wie man aus der Länge des Secundenpendels in verschiedenen Breiten mit Sorgfalt gemessen, die Abplattung, die Flugkraft und die absolute Intensität der Schwere ohne Voraussetzung einer Hypothese bestimmen kann.

Sei g_φ die absolute, für die nicht rotirende Erde giltige Schwere an der Oberfläche der Erde in der Breite φ und g_0 jene am Äquator. Die Erfahrung hat gezeigt, dass g_φ mit φ der Breite veränderlich ist. Da wir das Gesetz dieser Veränderung, welches von der Vertheilung der Dichtigkeit im Erdinnern abhängt, nicht kennen, so setzen wir:

$$(1) \qquad g_\varphi = g_0 \left(\frac{a}{\rho}\right)^2 (A_0 + A_1\mu^2 + A_2\mu^4 + \ldots),$$

wobei

$$(2) \qquad \mu = \sin\varphi$$

ist, a den Halbmesser des Äquators des Erdsphäroides und ρ den Radiusvector zur Breite φ bezeichnet.

Da ρ nach den Lehren der Geodäsie ebenfalls als eine nach μ^2 geordnete Reihe mit constanten Coëfficienten dargestellt wird, so ist der Ausdruck (1) für g_φ eine allgemeine Form, welche jede stetige Function zu repräsentiren vermag, folglich auch die Abhängigkeit der Intensität der Schwere g_φ in der Breite φ von der Breite φ.

Es wird dabei nur vorausgesetzt, dass die Werthe von g_φ in gleichen Breiten nördlich und südlich vom Äquator gleich sind. Die Coëfficienten $A_0, A_1, A_2, \ldots$ sollen durch die Erfahrung bestimmt werden.

Findet ein solches Gesetz der Abhängigkeit, wie die Gleichung (1) darstellt, nicht Statt, so werden die Werthe der Constanten $A_0, A_1, A_2, \ldots$ zu verschiedenen Zeiten bestimmt, verschiedene Werthe zeigen und wir können alsdann mit Sicherheit schliessen, dass die Massenvertheilung im Erdinnern (durch Bewegung oder Entmischung) anomalen Veränderungen unterworfen ist. Sind hingegen die Werthe $A_0, A_1, A_2, \ldots$ zu verschiedenen Zeiten bestimmt constant, so drückt die Gleichung (1) ein Naturgesetz aus dessen Consequenzen uns sichere physikalische Ansichten schaffen werden über den Dichtezustand des Erdinnern.

Im Folgenden soll nun eine Methode dargelegt werden, wie man durch die Beobachtung der Länge des Secundenpendels in verschiedenen Breiten, die Coëfficienten $A_0, A_1, A_2, \ldots$ zu bestimmen vermag, ohne jede Hypothese.

Ich bemerke ausdrücklich, dass der zweite Theil in (1) allgemein jede Function der Breite φ darzustellen vermag, und dass der Factor $\left(\frac{a}{\rho}\right)^2$ nur desshalb vorgesetzt wurde, um der traditionell gewordenen Ansicht, dass sich die Intensitäten der Schwere an der Oberfläche der Erde, wie umgekehrt die Quadrate der Entfernungen vom Mittelpunkt verhalten — Raum zu geben, sich durch die Erfahrung zu bewahrheiten. In diesem Falle müsste $A_0 = 1$ werden, und $A_1 = A_2 = A_3 = \ldots = 0$.

Bezeichnet l_φ die Länge des Secundenpendels zur Intensität g_φ, so ist bekanntlich

$$l_\varphi = \frac{g_\varphi}{\pi^2}$$

oder nach (1):

$$(3) \qquad l_\varphi = \frac{g_0}{\pi^2}\left(\frac{a}{\rho}\right)^2 (A_0 + A_1\mu^2 + A_2\mu^4 + \ldots).$$

Diese Formel für die Pendellänge in der Breite φ berücksichtiget nur die Form der Erde, welche durch ρ bestimmt wird, nicht aber die durch Rotation entstehende Flugkraft.

Setzen wir als Form der Erde ein Rotations-Ellipsoid mit der grossen Halbaxe a und der Excentricität e voraus, so ist, wenn a als Masseinheit genommen wird:

$$(4) \qquad \rho^2 = \frac{1 + (1-e^2)^2 \operatorname{tg}^2\varphi}{1 + (1-e^2) \operatorname{tg}^2\varphi}.$$

Bezeichnen wir die Abplattung eines solchen Körpers mit α, so wird diese aus e bestimmt durch die Gleichung

$$(5) \qquad \alpha = 1 - \sqrt{1 - e^2}$$

und wir betrachten daher in unserer Untersuchung e statt α als die unbekannte Grösse.

Die Pendelformel (3) hat nun folgende Gestalt:

$$(a) \qquad l_\varphi = \frac{g_0}{\pi^2} \frac{1 + (1-e^2) \operatorname{tg}^2\varphi}{1 + (1-e^2)^2 \operatorname{tg}^2\varphi} (A_0 + A_1\mu^2 + A_2\mu^4 + \ldots).$$

Ist f_0 die Flugkraft am Äquator, so ist $f_0 \cos^2 \varphi$ die in der Richtung der Schwere genommene Flugkraft in der Breite φ und $f_0 - f_0 \cos^2 \varphi = f_0 \sin^2 \varphi$ der Unterschied der Fliehkraft am Äquator und in der Breite φ. $g_0 - f_0$ die wirkliche von der Flugkraft entstellte Schwerkraft am Äquator und $g_0 - f_0 + f_0 \sin^2 \varphi$ die wirkliche Schwerkraft in der Breite φ oder wenn ν das Verhältniss der Flugkraft zur Schwerkraft am Äquator bezeichnet:

$$(6) \qquad \nu = \frac{f_0}{g_0},$$

$$(7) \qquad g_\varphi = g_0 (1-\nu) \left(1 + \frac{\nu}{1-\nu} \sin^2\varphi\right).$$

Wird die letzte Gleichung durch π^2 dividirt, so ist

$$\frac{g_\varphi}{\pi^2} = l'_\varphi,$$

gleich der wirklichen beobachteten Pendellänge in der Breite φ und

$$\frac{g_0}{\pi^2} = l_0,$$

wenn l_0 die Pendellänge bezeichnet, welche der absoluten Intensität g_0 entspricht und man hat:

$$(8) \qquad l'_\varphi = l_0 (1-\nu)\left(1 + \frac{\nu}{1-\nu}\sin^2\varphi\right).$$

Für eine nicht abgeplattete ruhende und gleichförmige Erde ist aber $l_0 = l_\varphi$, für eine nicht abgeplattete rotirende Erde kann man daher schreiben

$$l'_\varphi = l_\varphi (1-\nu)\left(1 + \frac{\nu}{1-\nu}\sin^2\varphi\right).$$

Ist aber die Erde abgeplattet, so hat l_φ den Werth aus (a) und man hat, da auch

$$(9) \qquad \frac{g_0(1-\nu)}{\pi^2} = l'_0 ,$$

gleich der wirklichen Länge des Secundenpendels am Äquator ist, als allgemeine Pendelformel den Ausdruck

$$(10) \; l'_\varphi = l'_0 (A_0 + A_1\mu^2 + A_2\mu^4 + \ldots)\left(1 + \frac{\nu}{1-\nu}\mu^2\right)\frac{1-\mu^2+(1-e^2)\mu^2}{1-\mu^2+(1-e^2)^2\mu^2}$$

Die wirkliche Länge des Secundenpendels in der Breite 0 wird in jene der Breite φ verwandelt, indem man dieselbe mit den drei hier gegebenen Factoren multiplicirt. Der erste Factor bezieht sich auf die Dichtenverhältnisse im Erdinnern, der zweite auf die Flugkraft, der dritte auf die Abplattung.

Wird die Länge des Secundenpendels in verschiedenen Breiten beobachtet, so entspricht einer jeden solchen Beobachtung eine Gleichung, in welcher

$$l'_0 , \; A_0, \; A_1, \; A_2, \ldots \nu, \; e$$

die Unbekannten sind. Wählt man aus deren Gesammtheit so viele aus, als Unbekannte vorhanden sind, so gibt die vorläufige Auflösung derselben gewisse Näherungswerthe, welche wir

$$l'^{(0)}, \; A^{(0)}, \; A^{(1)}, \; A^{(2)}, \ldots \nu_0, \; e_0$$

nennen wollen und die wahren Werthe werden sich von diesen nur um sehr kleine Grössen

$$dl, \; u_0, \; u_1, \; u_2, \ldots d\nu, \; de$$

unterscheiden, um deren Ermittlung es sich nunmehr handelt. Es ist also

$$(11) \qquad l'_0 = l'^{(0)} + dl,$$

$$(12) \qquad \begin{cases} A_0 = A^{(0)} + u_0, \\ A_1 = A^{(1)} + u_1, \\ A_2 = A^{(2)} + u_2, \\ \cdots\cdots \end{cases}$$

der Einfachheit halber setzen wir

$$(13) \qquad P = A^{(0)} + A^{(1)}\mu^2 + A^{(2)}\mu^4 + \ldots$$

$$(14) \qquad Q = 1 + \frac{\nu}{1-\nu}\mu^2,$$

$$(15) \qquad x = \frac{\nu}{1-\nu},$$

$$(16) \qquad R = \frac{1-\mu^2+(1-e^2)^2\mu^2}{1-\mu^2+(1-e^2)\mu^2},$$

$$(17) \qquad y = 1 - e^2,$$

so dass x und y statt ν und e als neue Unbekannte eintreten und x_0, y_0 seien die entsprechenden Näherungswerthe. Dann wird

$$(18) \qquad \begin{cases} dQ = \mu^2 dx \\ dR = \mu^2 R \left\{\frac{1}{1-\mu^2+\mu^2 y_0} - \frac{2y_0}{1-\mu^2+\mu^2 y_0}\right\} dy, \end{cases}$$

wobei für y in R, y_0 zu setzen ist.

Nach diesen Vorbereitungen verwandelt sich unsere Pendelformel in folgende:

$$(19) \qquad \begin{aligned} l'_\varphi = {} & (l'^{(0)} + dl)(P + u_0 + \mu^2 u_1 + \mu^4 u_2 + \ldots) \\ & (Q + \mu^2 dx)\left[R + \mu^2 dy\left(\frac{1}{1-\mu^2+\mu^2 y_0} - \frac{2y_0}{1-\mu^2+\mu^2 y_0}\right)\right] \end{aligned}$$

oder nach gehöriger Entwickelung, indem man die Glieder mit den Producten der sehr kleinen Correctionen vernachlässiget:

$$\begin{aligned} l'_\varphi = {} & (PQRl'^{(0)}) + (PQR)\,dl + (QRl'^{(0)})\,u_0 + (QRl'^{(0)}\mu^2)\,u_1 + \\ & + (QRl'^{(0)}\mu^4)\,u_2 + \ldots\ldots + (PRl'^{(0)}\mu^2)\,dx + \\ & + \left[\left(\frac{1}{1-\mu^2+\mu^2 y_0} - \frac{2y_0}{1-\mu^2+\mu^2 y_0}\right) PQRl'^{(0)}\mu^2\right] dy \end{aligned}$$

oder wenn man setzt:

$$(20) \quad \begin{cases} PQRl'^{(0)} = L, \\ PQR = \lambda, \end{cases}$$

$$(21) \quad \begin{cases} PRl'^{(0)} \mu^2 = m \\ \left(\frac{1}{1-\mu^2+\mu^2 y_0} - \frac{2y_0}{1-\mu^2+\mu^2 y_0^2}\right) PQRl'^{(0)} \mu^2 = n \end{cases}$$

$$(22) \quad QRl'^{(0)} = c_0, \quad QRl'^{(0)} \mu^2 = c_1, \quad QRl'^{(0)} \mu^4 = c_2, \ldots$$

in

$$(23) \quad o = -l'_\varphi + L + \lambda dl + c_0 u_0 + c_1 u_1 + c_2 u_2 + \ldots mdx + ndy,$$

worin das vierte Glied $c_0 u_0$ offenbar verschwindet, da für $\varphi = 0$ nach (10) $l'_\varphi = l'_0$, also $A_0 = 1$ sein muss.

Hat man durch Auflösung einer geeigneten Gruppe von Gleichungen, wie jene (10) ein System von Näherungswerthen

$$l'^{(0)}, \; A_1, \; A_2, \ldots x_0, \; y_0$$

erhalten, so rechnet man hiermit für jede einzelne Beobachtung nach (13), (14), (15) die Werthe von P, Q, R nach (20) L und λ, nach (21) m und n endlich nach (22) $c_1, c_2, \ldots$, so gibt jede einzelne Beobachtung eine Gleichung wie (23) und sämmtliche solche Gleichungen nach der Methode der kleinsten Quadrate aufgelöst, geben die wahrscheinlichsten Werthe von

$$dl, \; u_1, \; u_2, \ldots dx, \; dy.$$

Hiermit wird nach (11) l'_0 die wirkliche (von der Flugkraft entstellte) Pendellänge am Äquator bekannt, die (12) geben die Coëfficienten A und auch in (15) und (17) sind nun x und y als bekannt zu betrachten, so dass aus ihnen ν das Verhältniss der Schwungkraft zur Schwerkraft am Äquator und e die Excentricität des Meridians gerechnet werden kann. Die Gleichung (5) endlich gibt die Abplattung.

Da die den einzelnen Beobachtungen entsprechenden Gleichungen alle von derselben Form sind, so wird ihre Auflösbarkeit in Bezug auf ihre Unbekannten ausschliesslich von der Verschiedenheit ihrer Coëfficienten abhängen.

Um diese Verschiedenheit zu erreichen, wird nothwendig, für μ und l' möglichst stark differirende Werthe zu erhalten, d. h. die

Pendellängen müssen in sehr verschiedenen Breiten gemessen werden.

Um den Einfluss eines Fehlers in der beobachteten Pendellänge auf die Genauigkeit der zu bestimmenden Grössen l'_0, A_1, A_2,...ν, e kennen zu lernen, differenzire ich meine Pendelformel (10) und erhalte

$$(24)\quad dl'_\varphi = dl'_0 + \mu_2 l'_0\,(dA_1 + dA_2 + \ldots + d\nu - 2e\,de)$$

und hieraus wird ersichtlich, dass zur Bestimmung von l'_0 alle Breiten geeignet sind, dass hingegen ein und derselbe Fehler dl'_φ in l'_φ einen um so stärkeren Einfluss auf die Constanten A_1, A_2,...ν, e ausübt, je kleiner die Breite ist, dass also überhaupt zu kleine Breiten zu vermeiden sind.

Die wirkliche (von der Flugkraft entstellte) Schwerkraft g wird durch die Gleichung ausgedrückt:

$$(25)\qquad g = g_0\,(1-\nu),$$

nun ist aber für das Secundenpendel am Äquator:

$$l'_0 = \frac{g}{\pi^2} = \frac{g_0\,(1-\nu)}{\pi^2},$$

oder da nach (6) $g_0 = \frac{f_0}{\nu}$, wenn f_0 die Flugkraft am Äquator vorstellt,

$$l'_0 = \frac{f_0\,(1-\nu)}{\nu\pi^2},$$

endlich

$$(26)\qquad f_0 = l'_0\,\pi^2\,\frac{\nu}{1-\nu}$$

und da nun in dieser Formel alles bekannt ist, so kann hiermit die Flugkraft am Äquator gerechnet werden. Bezeichnet T die Rotationszeit der Erde (den Sterntag) in mittleren Zeitsecunden und a den Halbmesser des Äquators, so ist bekanntlich

$$f_0 = \frac{4\pi^2 a}{T^2}$$

und durch Gleichsetzung mit (26):

$$(27)\qquad a = \frac{1}{4}\,l'_0\,T^2\,\frac{\nu}{1-\nu}$$

in Pariser Linien wenn l_φ in Pariser Linien ausgedrückt ist oder wenn man $T = 86164{\cdot}1$ m. Zeit setzt und l_φ in Pariser Linien ausgedrückt bleibt:

$$a \text{ Tois.} = 2148222\, l_\varphi \frac{\nu}{1-\nu}, \tag{28}$$

ein merkwürdiger Ausdruck zur Berechnung des Erdradius aus der Länge des Secundenpendels und dem Verhältniss der Schwungkraft zur Schwerkraft am Äquator, welches letztere auch und zwar aus (15) bekannt ist.

Um beurtheilen zu können, inwiefern man hoffen kann, aus Pendelschwingungen den Werth von a abzuleiten, differenzire ich diese Gleichung bezüglich a, l_φ und $\frac{1}{\nu}$ und erhalte, nachdem ich in der Differentialformel $l_\varphi = 439{\cdot}3$ Par. Lin. (nach Sabine) und $\frac{1}{\nu} = 289$ gesetzt habe:

$$da \text{ Tois.} = 7448\, dl_\varphi - 11345\, d\left(\frac{1}{\nu}\right). \tag{29}$$

dl_φ in Pariser Linien ausgedrückt.

Gesetzt der durch unsere Methode aus den Beobachtungen abgeleitete Werth der Länge des Secundenpendels sei sicher auf 1 Tausendstel Pariser Linie, also

$$dl_\varphi = \pm\, 0^{\prime\prime\prime}001$$

und der Nenner in ν noch bis auf eine Einheit der ersten Decimale, d. h.

$$d\nu = \pm\, 0{\cdot}1,$$

so folgt $da = 1127$ Tois. oder 1142 Tois., je nachdem beide Fehler gleiche oder ungleiche Zeichen haben.

Solche Resultate aus der Rechnung sind jedoch nur zu erwarten, wenn die einzelnen Beobachtungen l_φ mindestens bis auf die selbe Grenze von $0^{\prime\prime\prime}001$ verlässlich sind.

Ein solcher Grad von Genauigkeit kann nicht von Reisenden, sondern nur von festen Observatorien und auch nur dann erreicht werden, wenn man die Bestimmung der Längen des Secundenpendels mit Berücksichtigung aller störenden Einflüsse unternimmt, wie sie nur der unsterbliche Bessel für Königsberg und Berlin

(s. Abhandl. der Berliner Akad. 1826 und 1835) und **Sabine** für London durchgeführt hat.

Die Länge des Secundenpendels ist (selbst abgesehen von allem Vorhergehenden) so wie Länge und Breite, Radiusvector und Meereshöhe für jedes feste Observatorium eine wichtige geographisch-astronomische Constante.

Mögen daher diese wenigen Zeilen, wenn sie in die massgebenden Kreise zu dringen im Stande sind, für Alle, welchen die nöthigen Hilfsmittel zu Gebote stehen, eine Aufforderung sein, das schwingende Pendel nach **Bessel's** glänzendem Vorbilde fleissig zu beobachten und ein Unternehmen zu befördern, ebenso wichtig für die Wissenschaft als ehrenvoll für die Betheiligten.

Vergleichung der Pendelformel mit den Beobachtungen.

Von **Franz Unferdinger,**
Lehrer der Mathematik an der Ober-Realschule am Bauernmarkt.

In dem vorstehenden Aufsatze: Über die Aufstellung einer neuen Pendelformel etc. habe ich für die Länge des einfachen Secundenpendels in der Breite φ den Ausdruck gefunden:

$$(1) \qquad l'_\varphi = \frac{l'_0}{\rho^2}(1 + A\mu^2)\left(1 + \frac{\nu}{1-\nu}\mu^2\right)^{1)}$$

wobei ρ den Radiusvector zur Breite φ bezeichnet. Diese Formel hat vor der empirischen $a + b\sin^2\varphi$ den Vorzug, dass sie den physikalischen Zusammenhang darstellt, welcher zwischen der Grösse, Form und Rotationszeit der Erde und der Länge des einfachen Secundenpendels besteht. Indem so die Wirkung als eine Function ihrer Ursachen erscheint, habe ich mir nun zunächst die Aufgabe gestellt, zu untersuchen, in wiefern man im Stande ist, die bisher gemachten Beobachtungen von Pendellängen durch diese Formel darzustellen, und zwar mit denjenigen Daten für das Erdsphäroid, welche Bessel aus zehn Gradmessungen abgeleitet hat. Mit diesen Daten und der Rotationszeit $T = 86164{\cdot}1$ mittl. Zeit finde ich für das Verhältniss der Flugkraft zur absoluten Schwere am Äquator

$$(2) \qquad \frac{1}{\nu} = 289{\cdot}413, \quad \lg\frac{\nu}{1-\nu} = 7{\cdot}5399857.$$

---

[1]) Einige Beobachtungen, z. B. von St. Thomas und Maranham oder Ascension, Sierra Leone und Trinidad (alle dem Äquator nahe) scheinen anzudeuten, dass die Linie gleicher Pendellängen nicht zusammenfällt mit der Linie gleicher Breiten; hieraus müsste man schliessen, dass A factisch keine Constante ist, sondern eine Function der geographischen Länge. Geht man von der Pendellänge aus, welche dem Punkte entspricht, wo der erste Meridian den Äquator schneidet, so hätte man statt A zu setzen $A(1+F(\lambda))$, wo $F(\lambda)$ eine Function der geographischen Länge bezeichnet. Doch sind wir noch weit von dem Zeitpunkte entfernt, wo die Schärfe der Messungen solche Schlüsse in quantitativer Beziehung mit Sicherheit gestatten werden.

Indem ich die Secundenpendellänge für den Äquator von Sabine als Näherungswerth einführe, finde ich in Verbindung mit den Längen von Königsberg, Berlin (Bessel) und Güldenstein (Schumacher), welche als die besten zu betrachten sind.

(3) $l'_0 = 439 \cdot 2955$ Par. Lin. $A = -0 \cdot 0049248$.

Um die Formel (1) zum Rechnen praktisch einzurichten, nehme ich beiderseits die Logarithmen und entwickele im zweiten Theil nach Potenzen von μ^2:

$$(4)\ \lg l'_\varphi = \lg l'_0 - 2 lg\rho - M(A-\nu)\mu^2 - \frac{1}{2}(A^2+\nu^2)\mu^4 - \frac{1}{3}M(A^3-\nu^3)\mu^6,$$

wobei A bereits negativ genommen ist, zur Einfachheit ν statt $\frac{\nu}{1-\nu}$ gesetzt wurde und $M = 0 \cdot 4342945$ den Mudul des Brigg'schen Logarithmensystems bezeichnet. Führt man die obigen Constanten (3) in die Formel ein, so folgt:

$$(5)\ \lg l'_\varphi = (2 \cdot 6427568) - 2\{lg\rho + (6 \cdot 5004)\mu^2 + (4 \cdot 595)\mu^4\},$$

das folgende Glied mit μ^6 ist wegen seiner Kleinheit durch die Beobachtungen nicht mehr fassbar und desshalb weggelassen. Die in den runden Klammern stehenden Zahlen bezeichnen Logarithmen. Den Logarithmus des Radiusvectors nehme ich aus Encke's astronomischem Jahrbuch für 1852, welcher Tafel auch Bessel's Sphäroid zu Grunde liegt. — Will man unabhängig von dieser Tafel sein, so kann man auch $\lg \rho$ nach Potenzen von μ^2 entwickeln, denn es ist bekanntlich:

$$\rho^2 = \frac{1-e'^2\mu^2}{1-e^2\mu^2},$$

wenn $e^2\,(2-e^2) = e'^2$ gesetzt wird, und man hat:

$$(6)\ 2\lg\rho = -M(e'^2-e^2)\mu^2 - \frac{1}{2}M(e'^4-e^4)\mu^4 - \frac{1}{3}M(e'^6-e^6)\mu^6$$

oder mit Bessel's $e^2 = 0 \cdot 0066744$:

$$(7)\ \lg\rho = 10 - (7 \cdot 15825)\mu^2 - (5 \cdot 1576)\mu^4 - (3 \cdot 182)\mu^6,$$

wobei wieder die Klammergrössen als Logarithmen zu verstehen sind. Das vorletzte Glied kann für siebenstellige Rechnung von

$\varphi = 0$ bis $\varphi = 14°$, das letzte Glied bis $\varphi = 56°$ vernachlässiget werden, denn erst von da an wird ihr Werth grösser als eine halbe Einheit der siebenten Stelle im Logarithmus. Die Einführung dieser Entwickelungen in (4) und (5) gibt allgemein:

$$\text{(8)} \quad \begin{aligned} \lg l'_\varphi = \lg l'_0 + & M\{(e'^2 - e^2) - (A - \nu)\}\mu^2 \\ & + \frac{1}{2} M\{(e'^4 - e^4) - (A^2 + \nu^2)\}\mu^4 \\ & + \frac{1}{3} M\{(e'^6 - e^6) - (A^3 - \nu^3)\}\mu^6 \end{aligned}$$

oder speciell für das Bessel'sche Sphäroid mit A und ν aus (3):

$$\text{(9)} \quad \begin{aligned} (e'^2 - e^2) - (A - \nu) &= (7\cdot71369) \\ (e'^4 - e^4) - (A^2 + \nu^2) &= (5\cdot9834) \\ (e'^6 - e^6) - (A^3 - \nu^3) &= (4\cdot301) \end{aligned}$$

$$\text{(10)} \quad \lg l'_\varphi = 2\cdot6427568 + (7\cdot35147)\mu^2 + (5\cdot3202)\mu^4 \text{ [1]}$$

und hier ist das letzte Glied nicht wirksam von $\varphi = 0$ bis $\varphi = 12°47'$. Die folgende kleine Tafel gibt die beobachteten Pendellängen, welche mit Ausnahme von Königsberg, Berlin und Güldenstein fast durchgehends mit Reversionspendel ermittelt wurden — an den in der ersten Spalte genannten Orten in Pariser Linien, von denen bei 16¼°C., 443·296 gleich einem Meter bei 0°. Zur Verwandlung der englischen Zoll in Pariser Linien hielt ich mich an die Gleichung: 1 Metre bei 0° = 39·37079 englische Zoll bei 62° F. (Phyl. Trans. 1818. Kater). Die Spalte $B—R$ gibt die Abweichungen von meiner Formel, und zwar Beobachtung weniger Rechnung. Die mangelhafte Reduction auf den leeren Raum, die Unsicherheit der Ausdehnungscoëfficienten und Massvergleichungen fordert, die zurückbleibenden Fehler den Pendelbeobachtungen allein nicht zuzuschreiben.

---

[1]) Diese Formel gibt für $\varphi = 90°$ als Gewichtszunahme vom Äquator bis zum Pole $\frac{1}{191\cdot0} g$, die empirische Formel von Sabine hingegen $\frac{1}{192\cdot5} g$.

Ort	φ	l'_{φ}	Beobachter	$B-R$
Insel Rawak .	0° 1'6 —"	439·2879	Freycinet	—0·0076
St. Thomas. .	0 24 41·2	9·3547	Sabine	+ (592)
Maranham. . .	— 2 31 43·3	9·2578	„	— 420
Ascension . . .	— 7 55 47·8	9·3899	Sabine, Duperrey	+ 511
Sierra Leone	8 29 27·9	9·3491	Sabine	+ 039
Trinidad. . . .	10 38 56·0	9·3332	„	+ 399
Bahia	—12 59 21·0	9·3941	„	— 162
Madras	13 4 8·1	9·4173	Goldingham	+ 054
Jamaika	17 56 7·6	9·5164	Sabine	+ 052
Paramatta. . .	—33 48 50·0	9·9908	Rümker, Dunlop	— 110
Port Jackson	—33 51 6·0	40·0103	Duperrey	+ 028
New York . . .	40 42 43·2	0·2677	Sabine	+ 006
Wien.	48 12 35·0	0·6133	C. v. Littrow	+ 462
London	51 31 8·4	0·6896	Kater, Sabine	— 085
Berlin	52 30 16·0	0·7390	Bessel	+ 023
Güldenstein .	54 13 6·0	0·8061	Schumacher	+ 034
Königsberg. .	54 42 51·0	0·8179	Bessel	— 034
Brassa.	60 9 42·0	1·0273	Sabine	+ 066
Unst	60 45·5 —	1·0526	Kater	+ 113
Drontheim . .	63 25 54·2	1·0865	Sabine	— 440
Hare Island .	70 26 17·0	1·3875	„	+ (530)
Hammerfäst .	70 40 5·3	1·3193	„	— 209
Grönland . . .	74 32 18·6	1·4123	„	— 174
Melville Isl. .	74 47 12·4	1·4695	„	+ 346
Spitzbergen .	79 49 57·8	1·5387	„	— 123

TAFEL

für die Länge des einfachen Secundenpendels in Pariser Linien von F. Unferdinger.

φ	l	d	φ	l	d	φ	l	d
	400 +							
0° 0'	39·2955	+	6° 0'	39·3201	+	12° 0'	39 3938	+
10	955	0	10	215	14	10	965	27
20	955	0	20	229	14	20	993	28
30	955	0	30	245	16	30	4021	28
40	957	2	40	260	15	40	050	29
50	959	2	50	276	16	50	078	28
1 0	961	2	7 0	292	16	13 0	107	29
10	965	4	10	308	16	10	135	28
20	967	2	20	324	16	20	166	31
30	971	4	30	341	17	30	194	28
40	975	4	40	350	18	40	224	30
50	979	4	50	379	20	50	255	31
2 0	983	4	8 0	397	18	14 0	287	32
10	987	4	10	415	18	10	317	30
20	993	6	20	433	18	20	349	32
30	997	4	30	454	21	30	382	33
40	3003	6	40	472	18	40	414	32
50	009	6	50	492	20	50	446	32
3 0	015	6	9 0	512	20	15 0	479	33
10	023	8	10	532	20	10	513	34
20	031	8	20	554	22	20	545	32
30	039	8	30	575	21	30	580	35
40	047	8	40	597	22	40	614	34
50	055	8	50	619	22	50	647	33
4 0	065	10	10 0	641	22	16 0	686	39
10	073	8	10	664	23	10	720	34
20	083	10	20	686	22	20	755	35
30	093	10	30	710	24	30	791	36
40	104	10	40	734	24	40	827	36
50	116	12	50	759	25	50	864	37
5 0	126	10	11 0	783	24	17 0	900	36
10	138	12	10	807	24	10	936	36
20	151	12	20	833	26	20	975	39
30	163	12	30	860	27	30	5013	38
40	175	12	40	886	26	40	049	36
50	189	14	50	912	26	50	088	39
6 0	39·3201	12	12 0	39·3938	26	18 0	39·5128	40

φ	l	d	φ	l	d	φ	l	d
	400 +							
18° 0'	39·5128	+	25° 0'	39·7023	+	32° 0'	39·9355	+
10	167	39	10	074	51	10	415	60
20	208	41	20	125	51	20	476	61
30	246	38	30	176	51	30	537	61
40	287	41	40	228	52	40	598	61
50	327	40	50	281	53	50	659	61
19 0	368	41	26 0	333	52	33 0	719	60
10	410	42	10	386	53	10	783	64
20	450	40	20	439	53	20	843	60
30	491	41	30	492	53	30	903	60
40	531	40	40	542	50	40	965	62
50	574	43	50	595	53	50	40·0025	60
20 0	616	42	27 0	649	54	34 0	087	62
10	659	43	10	704	55	10	149	62
20	702	43	20	759	55	20	210	61
30	746	44	30	813	54	30	273	63
40	789	43	40	868	55	40	335	62
50	833	44	50	920	52	50	397	62
21 0	876	43	28 0	974	54	35 0	461	34
10	920	44	10	8032	58	10	524	63
20	967	47	20	087	55	20	587	63
30	6011	44	30	143	56	30	649	62
40	058	47	40	200	57	40	710	61
50	102	44	50	255	55	50	773	63
22 0	149	47	29 0	312	57	36 0	838	65
10	196	46	10	367	55	10	901	63
20	242	46	20	423	56	20	964	63
30	289	47	30	480	57	30	1028	64
40	335	46	40	538	58	40	091	63
50	382	47	50	597	59	50	157	66
23 0	430	48	30 0	653	56	37 0	221	64
10	479	49	10	713	60	10	286	65
20	527	48	20	770	57	20	349	63
30	576	49	30	828	58	30	414	65
40	624	48	40	885	57	40	477	63
50	673	49	50	941	56	50	541	64
24 0	722	49	31 0	9000	59	38 0	606	65
10	771	49	10	059	59	10	671	65
20	821	50	20	120	61	20	736	65
30	872	51	30	179	59	30	801	65
40	922	50	40	237	58	40	866	65
50	973	51	50	296	59	50	932	66
25 0	39·7023	50	32 0	39·9355	59	39 0	40·1998	66

φ	l	d	φ	l	d	φ	l	d
	400 +	+			+			+
39° 0'	40·1998	66	46° 0'	40·4784	67	53° 0'	40·7558	65
10	2065	67	10	851	67	10	622	64
20	128	63	20	919	68	20	688	66
30	194	66	30	986	67	30	751	63
40	257	63	40	5054	68	40	815	64
50	322	65	50	120	66	50	879	64
40 0	389	67	47 0	187	67	54 0	943	64
10	456	67	10	253	68	10	8008	65
20	520	64	20	321	66	20	071	63
30	587	67	30	387	66	30	134	63
40	653	66	40	454	67	40	195	61
50	719	66	50	520	66	50	260	65
41 0	786	67	48 0	587	67	55 0	323	63
10	851	65	10	654	67	10	386	63
20	918	67	20	721	67	20	451	65
30	985	67	30	788	67	30	514	63
40	3050	65	40	853	65	40	575	61
50	117	67	50	918	65	50	638	63
42 0	184	+	49 0	985	67	56 0	701	63
10	250	66	10	6052	67	10	764	63
20	317	67	20	119	67	20	827	63
30	382	65	30	186	67	30	888	61
40	449	67	40	250	64	40	949	61
50	516	67	50	315	65	50	9011	62
43 0	583	67	50 0	382	67	57 0	074	63
10	650	67	10	449	67	10	135	61
20	717	67	20	514	65	20	196	61
30	784	67	30	579	65	30	257	61
40	849	65	40	646	67	40	316	59
50	916	67	50	711	65	50	377	61
44 0	985	69	51 0	777	66	58 0	439	62
10	4052	67	10	843	66	10	499	60
20	116	64	20	908	65	20	560	61
30	183	67	30	975	67	30	620	60
40	251	68	40	7040	65	40	679	59
50	317	66	50	105	65	50	738	59
45 0	384	67	52 0	170	65	59 0	799	61
10	451	67	10	237	67	10	858	59
20	518	67	20	302	65	20	719	59
30	585	67	30	367	65	30	976	59
40	652	67	40	430	63	40	41·0034	58
50	717	65	50	493	63	50	092	58
46 0	40·4784	67	53 0	40·7558	65	60 0	41·0150	58

φ	l	d	φ	l	d	φ	l	d
	400 +							
60° 0′	41·0150	+	67° 0′	41·2405	+	74° 0′	41·4183	+
10	209	59	10	454	49	10	218	35
20	266	57	20	503	49	20	255	37
30	325	59	30	552	49	30	289	34
40	382	57	40	596	44	40	324	35
50	439	57	50	642	46	50	361	37
61 0	498	59	68 0	689	47	75 0	395	34
10	555	57	10	736	47	10	427	32
20	610	55	20	783	47	20	462	35
30	666	56	30	830	47	30	494	32
40	723	57	40	875	45	40	525	31
50	778	55	50	921	46	50	558	33
62 0	834	56	69 0	966	45	76 0	590	32
10	891	57	10	3011	46	10	622	32
20	946	55	20	056	45	20	653	31
30	1001	55	30	100	44	30	683	30
40	056	55	40	143	43	40	714	31
50	111	55	50	187	44	50	744	30
63 0	166	55	70 0	232	45	77 0	775	31
10	221	55	10	275	43	10	804	29
20	274	53	20	317	42	20	832	28
30	328	54	30	360	43	30	861	29
40	381	53	40	403	43	40	889	28
50	434	53	50	445	42	50	917	28
64 0	489	55	71 0	488	43	78 0	945	28
10	541	52	10	531	43	10	972	27
20	592	51	20	572	41	20	998	26
30	645	53	30	612	40	30	5025	27
40	696	51	40	651	39	40	052	27
50	749	53	50	691	40	50	078	26
65 0	802	53	72 0	732	41	79 0	103	25
10	854	52	10	771	39	10	129	26
20	905	51	20	811	40	20	154	25
30	956	51	30	849	38	30	178	24
40	2007	51	40	886	37	40	202	24
50	058	51	50	925	39	50	225	23
66 0	109	51	73 0	962	37	80 0	249	24
10	160	51	10	4001	39	10	273	24
20	210	50	20	039	38	20	296	23
30	259	49	30	074	35	30	318	22
40	308	49	40	110	36	40	340	22
50	357	49	50	147	37	50	361	21
67 0	41·2405	48	74 0	41·3183	36	81 0	41·5381	20

φ	l	d	φ	l	d	φ	l	d
	400 +							
81° 0'	41·4381	+	84° 0'	41·5696	+	87° 0'	41·5890	+
10	403	22	10	710	14	10	896	6
20	423	20	20	724	14	20	902	6
30	443	20	30	739	15	30	908	6
40	462	19	40	751	12	40	914	6
50	480	18	50	761	10	50	919	5
82 0	499	19	85 0	773	12	88 0	924	5
10	517	18	10	785	12	10	929	5
20	535	18	20	796	11	20	932	3
30	554	19	30	806	10	30	936	4
40	572	18	40	818	12	40	938	2
50	589	17	50	828	10	50	942	4
83 0	607	18	86 0	837	9	89 0	944	2
10	623	16	10	847	10	10	948	4
20	638	15	20	857	10	20	951	3
30	654	16	30	865	8	30	953	2
40	668	14	40	874	9	40	955	2
50	682	14	50	882	8	50	957	2
84 0	41·5696	14	87 0	41·5890	8	90 0	41·5958	1

Beobachtungen über die Polarisation constanter Ketten und deren Einfluss bei Spannungsbestimmungen nach der Compensationsmethode.

Von Prof. Dr. A. v. Waltenhofen in Innsbruck.

Die Untersuchungen, deren Ergebnisse in dieser Abhandlung zur Sprache kommen, sind ursprünglich nur in der Absicht unternommen worden, durch genaue Messungen für die elektromotorischen Kräfte einiger Ketten, die bisher nicht näher geprüft worden waren, verlässliche Zahlen festzustellen.

Die erhaltenen Resultate haben jedoch nicht nur zu den gewünschten Aufschlüssen über den relativen Werth der betreffenden galvanischen Combinationen geführt, sondern eine viel grössere Wichtigkeit noch durch andere Folgerungen erlangt, welche sich daraus ergeben, und sowohl für die Theorie der Ketten als auch für die Galvanometrie ein beachtenswerthes Interesse haben. Ersteres, weil sie ein neues Feld von Beobachtungen über die Polarisation galvanischer Ketten eröffnen, letzteres, insoferne sie die Nothwendigkeit und zugleich den Weg andeuten, künftighin bei gewissen Untersuchungen auf einen bisher unbemerkt gebliebenen Umstand Rücksicht zu nehmen, dessen Ausserachtlassung die Verlässlichkeit der Resultate in der Regel sehr erheblich beeinträchtigt.

Um auf die nähere Erörterung der Sache eingehen zu können, muss ich zunächst das bei meinen Messungen in Anwendung gebrachte Verfahren beschreiben. Ich habe die Poggendorff'sche Compensationsmethode als diejenige benützt, welche ohne Frage die sichersten und genauesten Spannungsbestimmungen gestattet; dabei habe ich jedoch an der gewöhnlichen Anordnung des Versuches eine Änderung angebracht, deren Einzelheiten und Zweckdienlichkeit aus der nachstehenden Betrachtung ersichtlich werden. Wenn Spannung und Widerstand für die compensirende Kette mit e_1 und w_1, für die compensirte mit e_2 und w_2 bezeichnet werden; wenn man ferner die negativen Elektromotoren mit einer Leitung

vom Widerstande n und die positiven mit einer Leitung vom Widerstande p verbunden hat, und endlich noch eine dritte Leitung so anbringt, dass sie die negative Polplatte der compensirenden Kette mit der positiven der compressirten verbindet, so lässt sich der Widerstand l dieser Leitung immerhin so wählen, dass in Folge der eintretenden Stromtheilung, die in der Strombahn $u_2 + n$ resultirende Stromintensität $= 0$ wird, d. h. dass die auf diese Strombahn entfallende partielle Stromkraft der Kette e_1 eben hinreicht, der entgegengesetzten totalen Stromkraft der Kette e_2 das Gleichgewicht zu halten. Dies ist der Fall der Compensation und bekanntlich bedingt durch die Gleichung [1] $e_2 = e_1 \frac{l}{l+p+u_1}$, welche nunmehr in der Form $e_2 = e_1 \frac{l}{l+a}$ geschrieben werden soll, indem a den Gesammtwiderstand der Strombahn $u_1 + p$ vorstellen mag, während ich jenen der Strombahn $u_2 + n$ künftighin kurzweg mit b benennen werde.

Man pflegt den Widerstand p von solcher Grösse zu nehmen, dass die bei der Bestimmung von u_1 unvermeidlichen Unsicherheiten auf den Betrag des Gesammtwerthes a keinen erheblichen Einfluss haben. Gewöhnlich lässt man nun den Widerstand p constant, während l veränderlich ist, und der zur jedesmaligen Compensation erforderliche Betrag von l gemessen wird. Ich habe es vorgezogen, den Rheostat in die Leitung p einzuschalten und somit den Widerstand a veränderlich zu machen, während l constant $= 100$ Widerstandseinheiten [2]) genommen wurde. Dadurch ergab sich die Relation $\frac{e_1}{e_2} = 1 + \frac{a}{100}$ und somit der Vortheil — nach vorausgegangener Bestimmung von u_1 — das Verhältniss $\frac{e_1}{e_2}$ unmittelbar am

---

[1]) Bekanntlich gilt in diesem Falle auch die Relation $e_2 = Sl$, wenn S die in l (und auch in $u_1 + p$) herrschende Stromintensität darstellt.

[2]) Als Widerstandseinheit diente bei meinen Versuchen der Widerstand einer Rheostatwindung, bestehend in einem Neusilberdrath von 224 Millimeter Länge und 0·64 Millimeter Durchmesser. Dieser Widerstand ist auch in der vorliegenden Abhandlung durchaus als Einheit angenommen. Nach vergleichenden Versuchen mit Kupferdrath von 1 Millimeter Durchmesser ergab sich für meine Widerstandeinheit ein Äquivalent von 7·13 Meter. Eine Vergleichung mit dem Quecksilber-Etalon von Siemens ist noch nicht ausgeführt worden.

Widerstandsmesser (in p) ablesen zu können, indem $\frac{a}{100} = \frac{u_1 + p}{100}$ den Decimalbruch darstellt, um welchen $\frac{e_1}{e_2}$ die Einheit übersteigt.

Als Mass der Vergleichung diente die Daniell'sche Kette, deren elektromotorische Kraft in der Folge immer als Einheit angenommen ist. Die untersuchten Ketten waren sämmtlich constante Ketten, deren elektromotorische Kräfte zwischen den Grenzen 1·6 und 1·9 schwankten und im Allgemeinen mit K bezeichnet werden mögen. Jede dieser Ketten konnte daher ebensowohl dazu dienen, entweder eine Daniell'sche Kette zu compensiren oder selbst durch eine entsprechende Anzahl Daniell'scher Ketten compensirt zu werden. Um dabei die Grösse des Widerstandes a stets innerhalb angemessener Grenzen[1]) zu erhalten, war es am zweckmässigsten im letzteren Falle eine Combination von drei einfachen Daniell'schen Ketten anzuwenden. Bezeichnet man die Werthe von a, welche diesen beiden Compensationen entsprechen, beziehungsweise mit a_1 und a_2 und die correspondirend berechneten Werthe von K mit K_1 und K_2, so erhält man für beide Methoden beziehungsweise die Relationen:

$$\frac{K_1}{D} = 1 + \frac{a_1}{100} \text{ und } \frac{3D}{K_2} = 1 + \frac{a_2}{100}$$

und sonach mit Rücksicht auf

$$D = 1,\ K_1 = \frac{a_1}{100} \text{ und } K_2 = \frac{3}{1 + \frac{a_2}{100}}.$$

Ich habe bei jeder Kette die Messungen nach der ersten Methode durch die nach der zweiten controlirt. Nach der ersten Methode wurden jedesmal drei Messungen ausgeführt, bei deren jeder ein anderes Exemplar eines Daniell'schen Elementes, als compensirte Stromquelle in Anwendung kam. Die dabei gewonnenen Zahlen sind in der nachfolgenden Zusammenstellung für jede Versuchsreihe in der zweiten Rubrik (K_1) angeführt und deren

[1]) Die Widerstände u_1 der compensirenden Stromquellen lagen — innerhalb der Grenzen des doppelten Durchschnittswerthes — bei den untersuchten Ketten circa 1·4, bei den dreigliedrigen Daniell'schen Säulen aber circa 11; dagegen war der Werth von p in der Regel beträchtlich grösser als 60, immerhin aber im Vergleiche mit den vorgenannten Widerständen so gross, dass die möglichen Fehler bei ihrer Bestimmung, oder ihre Änderungen während der Messungen von p auf die Ziffer des Gesammtwerthes $u_1 + p = a$ keinen störenden Einfluss hatten.

Mittel — bezeichnet mit M_1 — in der dritten Rubrik; während die erste Rubrik eben die Nummer der betreffenden Versuchsreihe enthält. Nach der zweiten Methode wurden jedesmal zwei Bestimmungen gemacht, bei deren jeder die drei so eben besagten Daniell'schen Elemente zusammengenommen (zur dreigliedrigen Säule verbunden) als compensirende Stromquelle dienten.

Eine dieser Bestimmungen geschah zu Anfang, die andere zu Ende der ganzen Versuchsreihe, d. h. es wurde zuerst eine Messung nach der zweiten Methode gemacht, dann folgten drei Bestimmungen nach der ersten Methode, und hierauf wieder eine nach der zweiten Methode. Die Zahlenresultate der zweiten Methode sind in der nachfolgenden Zusammenstellung in der vierten Rubrik (K_2) und deren Mittel — bezeichnet mit M_2 — in der fünften Rubrik aufgezählt. Die sechste Rubrik, überschrieben mit $\frac{100\,(M_2 - M_1)}{M_1}$, enthält für jede Versuchsreihe den in Procenten des Mittels M_1 ausgedrückten Unterschied der Mittel M_2 und M_1. Dagegen enthält die achte Rubrik für jede Versuchsreihe den aus den drei Werthen von K_1 und aus den zwei Werthen von K_2 zusammengenommen berechneten Mittelwerth, bezeichnet mit $M_{1,2}$.

Bei den besagten Bestimmungen nach der Compensationsmethode war es nöthig, jedesmal den wesentlichen Widerstand x_1 der compensirenden Stromquelle zu kennen. Zur Ermittlung dieser Grösse wurde jenes Wheatstone'sche Verfahren benützt, welches man in Pogg. Ann. Bd. 62, S. 528 unter der Aufschrift „dritte Methode" beschrieben findet. Als Galvanometer diente dabei eine Gaugain'sche Tangentenboussole. Die Widerstandsbestimmung der untersuchten Kette geschah einmal, nämlich vor jenen drei Versuchen, bei welchen ein einfaches Daniell'sches Element als compensirte Stromquelle diente. Die Widerstandsbestimmung der dreigliedrigen Daniell'schen Säule aber geschah zweimal, nämlich vor jedem der beiden Versuche, wobei sie als compensirende Stromquelle in Anwendung kam.

Nebst der Compensationsmethode ist auch noch die „Methode der grossen Widerstände" zur Untersuchnng der nachbenannten Ketten benützt worden, das Princip nämlich, auf welches Fechner die Anwendung des „langen Multiplicators [1]) gegründet hatte. Es

[1]) Pogg. Ann. Bd. 45, S. 232 und Bd. 54, S. 166.

besteht bekanntlich darin, dass man die elektromotorischen Kräfte zweier Ketten annähernd jenen Stromintensitäten proportional setzen kann, welche sich bei Einschaltung eines constanten Widerstandes ergeben, der im Vergleiche mit dem „wesentlichen" Widerstande der verglichenen Ketten sehr gross ist; indem man bei solcher Anordnung die in beiden Fällen obwaltenden Gesammtwiderstände des Schliessungskreises ohne merklichen Fehler als gleich ansehen darf. Dabei sind die besagten Stromintensitäten mit einer Sinusboussole gemessen worden. Die in der nachfolgenden Zusammenstellung in der siebenten Rubrik, unter der Bezeichnung K_2, angeführten Zahlen stellen die auf diesem Wege erhaltenen, und auf ein Daniell'sches Element als Vergleichungseinheit bezogenen Ergebnisse dar.

Um innerhalb der Zeit, während welcher die angewendeten Ketten nach jeder Füllung hinreichend constant blieben, die erforderliche Anzahl von Messungen ausführen zu können, hatte ich einen Commutator (aus Quecksilbernäpfen und dicken Dratbbügeln) zusammengestellt, welcher bei der Ausführung der beschriebenen Compensationen binnen wenigen Secunden und ohne Berührung der Ketten, die Umwandlung der einen Verbindungsweise in die andere gestattete. Es versteht sich von selbst, dass bei jeder Compensation die Vorsicht beobachtet wurde: Die Polarisation, welche sich bei der compensirten Kette während der Annäherung an den Compensationspunkt in Folge der probeweisen Schliessungen der Leitung n eingestellt haben mochte, durch Ausheben und Wiedereinsenken ihrer negativen Polplatte zu vernichten [1]).

Die Ketten, welche ich in der beschriebenen Weise untersucht habe, waren folgende:

Nr. 1. Platin-Zinkkette, wobei als Ladungsflüssigkeit in der Platinzelle die von Dering [2]) angegebene Lösung von Salpeter in Salzsäure angewendet wurde.

Nr. 2. Kohlen-Zinkkette, mit derselben Dering'schen Ladungsflüssigkeit in der Kohlenzelle.

Nr. 3. Platin-Zinkkette, wobei als Ladungsflüssigkeit in der Platinzelle ein Gemisch von einem Raumtheil käuflicher

---

[1]) Pogg. Ann. Bd. 54, S. 182.

[2]) Dingler's polyt. Journal, Bd. 142. Die Ladungsflüssigkeiten bei Nr. 3 bis Nr. 6 sind von mir vorgeschlagen worden. (Dingler's polyt. Journal, Bd. 164, S. 429.)

Salpetersäure mit zwei Raumtheilen englischer Schwefelsäure diente.

Nr. 4. Kohlen-Zinkkette, mit der bei Nr. 3 angegebenen Ladungsflüssigkeit in der Kohlenzelle.

Nr. 5. Platin-Zinkkette, wobei als Ladungsflüssigkeit in der Platinzelle ein Gemisch von einem Raumtheil käuflicher Salpetersäure mit zwei Raumtheilen Nordhäuser Schwefelsäure benützt wurde.

Nr. 6. Kohlen-Zinkkette, mit der bei Nr. 5 angegebenen Ladungsflüssigkeit in der Kohlenzelle.

Ausser diesen neuen Combinationen wurde auch noch:

Nr. 7. Die bereits vielfach untersuchte Platin-Zinkkette, mit käuflicher Salpetersäure in der Platinzelle,

den besagten Messungen unterworfen, zunächst in der Absicht, um aus der Vergleichung meiner Resultate mit jenen der besten Messungen anderer Physiker ein besseres Urtheil über die Zuverlässigkeit meiner Bestimmungen zu gewinnen. Ein Blick auf die unter K_1 aufgezählten Spannungswerthe dieser Kette zeigt, dass dieselben mit den besten Messungen, welche über die Grove'sche Kette vorliegen, in der befriedigendsten Weise übereinstimmen, namentlich mit jenen, welche Poggendorff selbst nach seiner Compensationsmethode ausgeführt hat. Das Nähere an betreffender Stelle. Ebenso wurde untersucht

Nr. 8. Die Kohlen-Zinkkette, mit käuflicher Salpetersäure in der Kohlenzelle.

Als Kohle ist durchaus der unter dem Namen „Gaskohle" bekannte, bei der Fabrication des Leuchtgases aus Steinkohlen sich absetzende Retortenrückstand angewendet worden [1]). Als Ladungsflüssigkeit in der Zinkzelle diente überall eine Mischung von einem Raumtheil englischer Schwefelsäure mit 15 Raumtheilen Wasser.

Der Kürze wegen soll künftighin die für die negative Polplatte angewendete Ladungsflüssigkeit bei den Ketten Nr. 1 und Nr. 2 mit *A*, bei Nr. 3 und Nr. 4 mit *B*, bei Nr. 5 und Nr. 6 mit *C*, bei Nr. 7 und 8 mit *D* bezeichnet werden. Die mit den einzelnen Ketten vor-

---

[1]) Der Engländer Cooper hat in der Grove'schen Kette zuerst das Platin durch Kohle ersetzt, und es war eben diese Gaskohle, die er dazu benützte. (Schönbein in Pogg. Ann. Bd. 49, S. 589.) Später hat Bunsen durch poröse Kohle zugleich auch noch das Thongefäss ersetzt. (Pogg. Ann. Bd. 54, S. 419.)

genommenen Versuchsreihen sind in der nachstehenden Zusammenstellung mit den in der ersten Rubrik angesetzten römischen Zahlen numerirt.

Man wird bemerken, dass in jeder einzelnen Versuchsreihe sowohl die für K_1 gefundenen drei Werthe [1]) unter sich, als auch die beiden für K_2 gefundenen Werthe unter sich eine Übereinstimmung zeigen, welche die Verlässlichkeit der betreffenden Beobachtungen verbürgt. Diese Übereinstimmung ist nämlich eine so befriedigende, wie man sie bei der Wandelbarkeit selbst der constantesten hydroelektrischen Ketten nur überhaupt erwarten kann, wenn man erwägt, dass jede Kette während der Dauer von zwei Versuchsreihen (d. i. nahezu drei Stunden lang) zum Gebrauche bereit stehen musste, weil jedesmal zwei Ketten nebeneinander (eine Platin- und eine Kohlen-Zinkkette mit gleicher Füllung) abwechselnd den betreffenden Messungen unterzogen wurden.

Vergleicht man aber die gleichnamigen Zahlenwerthe, z. B. die Mittel von K_1 oder jene von K_2 oder K_3 in den aufeinanderfolgenden Versuchsreihen, so wird man bei allen Ketten mehr oder weniger erhebliche Verschiedenheiten finden. Diese haben ihren Grund in dem Umstande, dass auch die gleichnamigen Ladungsflüssigkeiten nicht immer identisch waren, indem sie theils bei längerer Aufbewahrung sich veränderten, theils nach Erschöpfung der Vorräthe neu dargestellt werden mussten, wesshalb gewisse Verschiedenheiten in ihrer chemischen Beschaffenheit und somit auch in ihrer elektromotorischen Wirksamkeit unvermeidlich waren. Ich habe absichtlich auch die bedeutendsten Abweichungen dieser Art, welche mir vorgekommen sind, bei der nachstehenden Zusammenstellung nicht ausgeschlossen, um die Grenzen ersichtlich zu machen, innerhalb welcher man bei der Herstellung der vorgeschlagenen Ketten auf einen bestimmten Betrag ihrer elektromotorischen Kraft rechnen kann. Um diese zufälligen Verschiedenheiten übersichtlich zu machen, habe ich die Aufzählung der Versuchsresultate so angeordnet, dass bei jedem Kettenpaare von gleichnamiger Füllung (z. B. Nr. 1 und Nr. 2; Nr. 3 und Nr. 4 u. s. w.) die mit ganz identischen Flüssigkeiten durchgeführten Versuchs-

[1]) Die Übereinstimmung dieser drei Werthe lässt, mit Rücksicht auf den Umstand dass sich jeder auf ein anderes Daniell'sches Exemplar bezieht, in der That nichts zu wünschen übrig.

reihen mit den gleichen römischen Nummern versehen sind. Nach diesen Vorbemerkungen mag nunmehr die übersichtliche Zusammenstellung der Zahlenresultate folgen.

Versuchs-reihe	K_1	M_1	K_2	M_2	$\frac{100\,(M_2 - M_1)}{M_1}$	K_3	$M_{1,2}$
				Kette Nr. 1.			
I.	1·6113 1·6136 1·6172	1·6140	1·7366 1·7223	1·7294	7·15	1·7350	1·6602
II.	1·5847 1·5741 1·5763	1·5784	1·6873 1·6892	1·6882	6·96	1·6389	1·6223
III.[1]	1·6878 1·6753 1·6614	1·6746	1·7873 1·7875	1·7874	6·74	1·6895	1·7197
	Mittel	1·6223	—	1·7350	6·94	1·6878	1·6674
				Kette Nr. 2.			
I.	1·6776 1·6672 1·6691	1·6713	1·7137 1·7208	1·7172	2·75	1·7031	1·6896
II.	1·6283 1·6204 1·6204	1·6230	1·6873 1·6748	1·6810	3·57	—	1·6462
III.	1.6695 1·6695 1·6469	1·6620	1·7560 1·7619	1·7589	5·83	1·6811	1·7008
	Mittel	1·6521		1·7190	4·05	1·6921	1·6789
				Kette Nr. 3.			
I.	1·7729 1·8219 1·7611	1·7853	1·9485 1·9463	1·9474	9·08	1·7989	1·8501
II.	1·6326 1·6437 1·6175	1·6313	1·7949 1·7719	1·7834	9·32	1·7249	1·6921
	Mittel	1·7083	—	1·8654	9·20	1·7619	1·7711
				Kette Nr. 4.			
I.	1·7361 1·7764 1·7310	1·7478	1·8370 1·8302	1·8336	4·91	1·7653	1·7821

[1] Bei dieser Versuchsreihe diente eine andere Platinplatte als bei den zwei früheren.

Versuchsreihe	K_1	M_1	K_2	M_2	$\frac{100\,(M_2 - M_1)}{M_1}$	K_3	$M_{1,3}$
II.	1·7311 1·7424 1·7155	1·7297	1·7909 1·7805	1·7907	3·53	1·8039	1·7541
	Mittel	1·7387	—	1·8121	4·22	1·7846	1·7681
Kette Nr. 5.							
I.	1·6566 1·6818 1·6652	1·6679	1·9006 1·8500	1·8753	12·44	1·7148	1·7509
II.	1·6324 1·6225 1·6158	1·6236	1·9203 1·8913	1·9058	17·38	1·7485	1·7365
III.	1·6546 1·6296 1·6358	1·6400	1 8799 1·8255	1·8527	12·97	1·7316	1·7251
IV.[1]	1·7890 1·8255 1·8042	1·8062	2·0754 2·0715	2·0734	14·79	1·8491	1·9131
	Mittel	1·6844	—	1·9268	14·39	1·7610	1·7814
Kette Nr. 6.							
I.	1·8867 1·9176 1·9021	1·9021	1·9734 1·9637	1·9685	3·49	1·9158	1·9242
II.	1·8577 1·8450 1·8370	1·8466	1·9360 1·9300	1·9330	4·68	1·9242	1·8811
III.	1·8294 1·7962 1·7980	1·8079	1·8491 1·8411	1·8451	2·06	1·8724	1·8228
IV.	1·8731 1·9090 1·9053	1·8958	1·9858 1·9864	1·9861	4·76	1·9408	1·9319
	Mittel	1·8631	—	1·9332	3·75	1·9133	1·8900
Kette Nr. 7.							
I.	1·6874 1·6842 1·7061	1·6926	1·7548 1·7311	1·7429	2·97	1·6810	1·7127
II.	1·6654 1·6669 1·6573	1·6632	1·6724 1·6892	1·6808	1·06	1·6794	1·6702

[1]) Bei dieser Versuchsreihe diente eine andere Platinplatte als bei den drei früheren.

Versuchsreihe	K_1	M_1	K_2	M_2	$\frac{100 (M_2 - M_1)}{M_1}$	K_3	$M_{1,2}$
III.	1·6115 1·5996 1·5948	1·6020	1·6666 1·6658	1·6662	4·01	—	1·6277
	Mittel	1·6526		1·6966	2·68	1·6802	1·6702
Kette Nr. 8.							
I.	1·6279 1·6199 1·6187	1·6221	1·7607 1·7587	1·7597	8·48	1·6390	1·6771
II.	1·6842 1·6836 1·6660	1·6779	1·6907 1·6849	1·6878	0·59	1·7148	1·6819
III.	1·6498 1·6394 1·6331	1·6408	1·7026 1·6989	1·7002	3·62	—	1·6645
	Mittel	1·6469	—	1·7159	4·23	1·6769	1·6745

Alle diese Ketten sind, mit Ausnahme der Grove'schen (Nr. 7), noch nicht näher untersucht worden; denn die wenigen vergleichbaren Messungen, welche über die elektromotorische Kraft der Kohlen-Zinkkette vorliegen, beziehen sich auf Bunsen-sche, nicht aber auf Gaskohle[1]); und von den übrigen aufgezählten Ketten liegen überhaupt noch gar keine Messungen vor. Zur Vergleichung meiner Bestimmungen mit jenen anderer Physiker können daher nur die für die Grove'sche Kette gefundenen Werthe dienen.

Für die mit K_1 bezeichnete Grösse fand ich bei drei Versuchsreihen die Werthe:

1·6020, 1·6632 und 1·6926.

---

[1]) Die Bestimmung, welche Poggendorff im 54. Bande der Annalen, Seite 429 mitgetheilt hat, ist nicht nach der Compensationsmethode ausgeführt. Der für Gaskohle gefundene Werth ist übrigens um weniger als $^1/_3$ Pct. kleiner als jener für Platin, was mit der auch von mir beobachteten geringen Verschiedenheit beider Elektromotoren in Einklang steht (obgleich ich die Gaskohle in den meisten Fällen sogar noch etwas wirksamer fand).

Poggendorff[1]) fand für dieselbe Grösse bei drei Vergleichungen nach der Compensationsmethode die Werthe:

1·6043, 1·6078 und 1·6649[2])

Die Übereinstimmung der beiderseitigen Ergebnisse ist also eine sehr befriedigende. Beetz'[3]) Messungen nach der Compensationsmethode ergeben die Werthe:

1·7030 und 1·7119[4]).

Die Zahlen von Beetz (im Mittel 1·7074) wurden mit den kleineren von Poggendorff (im Mittel 1·6257) und von mir (im Mittel 1·6526) genauer übereinstimmen, wenn sie nicht nach dem „zweiten Verfahren" der Compensationsmethode (mittelst der Relation $e_2 = Sl$), sondern, wie diese, nach dem „ersten Verfahren" (nach der Relation $\frac{e_1}{e_2} = \frac{l + a}{l}$) bestimmt worden wären, wie ich später nachweisen werde.

Die nach der Ohm'schen Methode von mehreren Physikern ausgeführten Bestimmungen von K_1 will ich nicht erwähnen, da dieselben gar zu sehr von einander abweichen, indem sie zwischen 1·6 und 1·8 variiren.

Die Grösse K_2 ist von anderen Physikern nicht bestimmt worden, und kommt daher bei den so eben angeführten Vergleichungen nicht in Betracht.

Überblickt man die angeführten Versuchsreihen, so ergeben sich daraus die nachstehenden Gesetze.

Erstens. Bei jeder Kette ergibt sich für K_1 ein beträchtlich kleinerer Werth als für K_2, d. h. die elektromotorische Kraft der untersuchten Kette stellt sich kleiner oder grösser heraus, je nachdem sie bei der Messung als compensirende oder als compensirte Stromquelle in Verwendung war[5]).

---

[1]) Pogg. Ann. Bd. 54, S. 185.

[2]) In der Abhandlung steht 1·668, offenbar ein Druckfehler statt 1·665; aus den beigefügten Widerständen ergibt sich nämlich 1·6649.

[3]) Pogg. Ann. Bd. 90, S. 47.

[4]) Er fand nämlich die elektromotorischen Kräfte für die Grove'sche Kette 36·24 und für die Daniell'sche in zwei Versuchen 21·28 und 21·17.

[5]) Dass eine galvanische Kette eine kleinere oder grössere elektromotorische Kraft äussert, je nachdem sie sich in der betreffenden Verbindung activ oder passiv verhält, ist in anderen Fällen schon beobachtet worden, und ich werde später

Zweitens. Dieser Unterschied zeigt sich bei Anwendung von Platin beträchtlich grösser als bei Anwendung von Gaskohle.

Drittens. Die nach der „Methode der grossen Widerstände" erhaltenen Werthe K_3 liegen in der Regel zwischen den durch das Compensationsverfahren ermittelten Werthen K_1 und K_2.

Viertens. Die Gaskohle zeigt sich nicht nur dem Platin vollkommen äquivalent, sondern sogar etwas wirksamer als dasselbe.

Das erste dieser Gesetze trifft so regelmässig zu, dass es unter den 120 aufgezählten Werthen von K_1 und K_2 nicht eine einzige Ausnahme erleidet.

Das zweite Gesetz trifft bei den angeführten Versuchen in der Weise zu, dass die Durchschnittszahl [1]) des in Procenten ausgedrückten Überschusses der Mittelwerthe von K_2 über jene von K_1, d. i. der durchschnittliche Betrag von $\frac{100\,(M_2 - M_1)}{M_1}$, für Platin, und zwar bei den Ladungsflüssigkeiten A, B und C beziehungsweise über $1^1/_2$mal, 2mal und 4mal grösser ist als für Gaskohle; dagegen findet bei der Ladungsflüssigkeit D die Ausnahme Statt, dass jener Unterschied für Platin über $1^1/_2$mal kleiner als für Gaskohle ausgefallen ist.

---

darauf zurückkommen; dass aber dieser Umstand auch bei der Compensationsmethode zur Geltung kommt, und auf die Resultate der betreffenden Messungen einen bedeutenden und wohl zu beachtenden Einfluss nimmt, ist bisher noch nicht nachgewiesen worden.

[1]) Es versteht sich von selbst, dass an eine quantitative Übereinstimmung der Werthe $\frac{100\,(M_2 - M_1)}{M_1}$ bei den Versuchsreihen jeder Kette nicht zu denken ist, indem dieser Betrag — wie leicht einzusehen — in jedem Falle durch ganz zufällige Umstände beeinflusst wird. Die Werthe würden vielleicht weniger verschieden ausgefallen sein, wenn man immer dasselbe Kohlenstück und immer dieselbe Platinplatte angewendet und vor jedem Versuche vollkommen gereinigt hätte. Ein solches Verfahren würde aber die Giltigkeit der Resultate auf Bedingungen die in der Regel nicht erfüllt sind, eingeschränkt, und somit für die Praxis werthlos gemacht haben. Es hat sich vielmehr darum gehandelt, für praktische Zwecke bestimmte Ketten zu untersuchen und dabei zu constatiren, ob die an der Gaskohle beobachtete geringere Polarisationsfähigkeit ihr in so hohem Grade eigen ist, dass sich diese Eigenschaft bei derselben unter allen Umständen gegenüber der Platinkette vorwiegend geltend macht; was sich denn auch bei den meisten Ladungsflüssigkeiten entschieden herausgestellt hat.

Das dritte Gesetz bestätigt sich für die Werthe von K_3 gegenüber den mit M_1 und M_2 bezeichneten Mittelwerthen von K_1 und K_2 in 21 Versuchsreihen [1]) mit Ausnahme von vier Fällen [2]).

Das vierte Gesetz bestätigt sich an den Durchschnittszahlen der mit $M_{1,2}$ bezeichneten Mittelwerthe aus K_1 und K_2 in der Weise, dass bei den Ladungsflüssigkeiten A, C und D die Gaskohle dem Platin überlegen war, und zwar beziehungsweise um 0·0115, 0·1086 und 0·0043 Daniell, während bei der Ladungsflüssigkeit B das Platin den kleinen Überschuss 0·0030 behauptet hat [3]).

Die Ursache des im ersten Gesetze ausgesprochenen Verhaltens kann wohl nur in dem Vorgange einer galvanischen Polarisation gesucht werden. Bevor ich jedoch in nähere Erörterungen dieses Gegenstandes eingehe, muss ich an eine Erscheinung erinnern, welche zuerst von Poggendorff [4]) an constanten Ketten beobachtet worden ist. Hat man zwei solche Ketten von ungleicher Spannung nach dem Principe der Säule in gleichem Sinne verbunden, so liefern sie einen sehr constanten Strom, dessen elektromotorische Kraft gleich ist der Summe der elektromotorischen Kräfte beider Ketten; wenn man sie aber entgegengesetzt verbindet, so geben sie sofort einen veränderlichen mehr oder weniger abnehmenden Strom, dessen elektromotorische Kraft sich stets kleiner herausstellt als die Differenz der elektromotorischen Kräfte der einzelnen Ketten. Poggendorff folgert hieraus, unter Voraussetzung, dass die Kraft der stärkeren Kette sich in der Combination nicht geändert habe, dass die schwächere und von der stärkeren überwältigte Kette in diesem Zustande eine grössere Kraft entwickle, als für sich allein oder in übereinstimmender Verbindung mit der stärkeren. Poggendorff bezeichnet dieses Ergebniss als

---

[1]) In den drei übrigen Versuchsreihen ist K_3 nicht bestimmt worden.

[2]) Nämlich Nr. 1, I; Nr. 4, II; Nr. 6, III und Nr. 8, II.

[3]) Was wohl vom beträchtlichen Chlorgehalt der Dering'schen Flüssigkeit herrühren mag.

[4]) Pogg. Ann. Bd. 55, S. 53. — Die Thatsache, dass bei entgegengesetzter Verbindung keine so scharfe Übereinstimmung zwischen Erfahrung und Theorie stattfindet, wie bei gleichgerichteter Aufeinanderfolge der combinirten Ketten, hat Poggendorff schon im 54. Bande seiner Annalen Seite 175 hervorgehoben, doch mit Bemerkungen, welche später berichtiget werden.

wahrscheinlich die Folge einer Polarisation der schwächeren Kette durch den Strom der stärkeren, welche Polarisation — vermöge der im vorliegenden Falle bestehenden Anordnung — in gleichem Sinne mit der schwächeren Kette wirken muss [1]). Der Kürze wegen will ich künftighin eine Polarisation der eben beschriebenen Art, deren Wirkung mit der eigenen elektromotorischen Kraft der polarisirten Kette gleichgerichtet ist, eine „additive" nennen [2]), eine Polarisation entgegengesetzter Art aber — wie sie eben in jeder Kette durch den eigenen und durch einen in gleichem Sinne durchgeleiteten Strom erzeugt wird — als eine „subtractive" bezeichnen.

Die oben von Poggendorff ausgesprochene Voraussetzung: dass sich die Kraft der stärkeren Kette in der Combination nicht geändert habe, ist mit keiner Thatsache belegt, aber auch für die aufgestellte Erklärung der angeführten Thatsachen nicht wesentlich. Vielmehr ist hier die Annahme einer subtractiven Polarisation der stärkeren Kette, entsprechend der vorhandenen resultirenden Stromintensität, an sich wahrscheinlich, zumal mit Rücksicht auf die Folgerungen, welche sich aus meinen in dieser Abhandlung mitgetheilten Versuchen ergeben, worauf ich nun übergehen will.

Die Kettenverbindung beim Compensationsverfahren hat mit der so eben besprochenen insofern einige Ähnlichkeit, als dabei ebenfalls die elektromotorischen Kräfte zweier Stromquellen einander entgegenwirken; doch ist es einerseits nur ein abgezweigter Stromantheil, welcher die zu compensirende Kette in der ihrer eigenen Tendenz entgegengesetzten Richtung durchdringt, und andererseits ist wohl zu beachten: dass, sobald die Compensation mit der zur Vornahme der beabsichtigten Messungen erforderlichen

---

[1]) Poggendorff ist in späteren Abhandlungen (Pogg. Ann. Bd. 57, S. 88 und Bd. 67, S. 528) auf diesen Gegenstand zurückgekommen, jedoch in Bezug auf Fragen, deren Erörterung nicht hieher gehört.

[2]) Diese Bezeichnung ist ganz in Einklang mit dem Gesetze, welches von Poggendorff bei inconstanten, und von Lenz und Saweljeff bei constanten Ketten aufgefunden, dahin lautet: „dass die ursprüngliche elektromotorische Kraft einer Volta'schen Kette durch die Polarisation nicht geändert wird, so dass die Gegenkraft, mit welcher bei entgegengesetzter Combination zweier Ketten die schwächere der stärkeren widerstrebt, einfach die Summe ihrer ursprünglichen Kraft und der Polarisation ihrer beiden Platten ist." (Pogg. Ann. Bd. 67, S. 529.)

Präcision bewerkstelligt ist, weder jener Stromantheil der ersten, noch der Strom der zweiten Kette vermögend sein kann, eine merkliche Polarisation zu erzeugen; denn die compensirte Kette ist in diesem Falle als eine stromlose, und wenn die vor der Erreichung des Compensationspunktes herbeigeführte Polarisation regelrecht beseitigt worden ist, auch als eine unpolarisirte zu betrachten. Es ist demnach ihre ursprüngliche elektromotorische Kraft e_2 auch der effective Spannungswerth, mit welchem sie der entgegengesetzten Tendenz des compensirenden Partialstromes das Gleichgewicht hält.

Wäre nun auch die compensirende Stromquelle frei von Polarisation, und somit ihre ursprüngliche elektromotorische Kraft e_1 zugleich ihre effective Spannung im Falle der Compensation, so müsste die Relation $\frac{e_1}{e_2} = \frac{l + a}{l}$ in aller Strenge gelten, d. h. der Quotient der Widerstände $\frac{l + a}{l}$ müsste bei jeder Compensation das wahre Verhältniss der ursprünglich elektromotorischen Kräfte beider Ketten darstellen. Da nun dieses Verhältniss für je zwei Ketten nur einen bestimmten Zahlenwerth haben kann, so müssten auch die Werthe K_1 und K_2 für das Spannungsverhältniss einer untersuchten Kette im Vergleiche mit einer Daniell'schen stets identisch ausfallen, gleichviel ob die untersuchte Kette zur Compensation einer Daniell'schen, oder eine Anzahl von Daniell'schen Ketten zur Compensation der untersuchten Kette gedient hat.

Die durch meine zahlreichen Versuche constatirte jedesmalige Verschiedenheit der Werthe K_1 und K_2 zeigt nun offenbar, dass die ursprüngliche elektromotorische Kraft der compensirenden Stromquelle nicht, wie es bei der compensirten stets der Fall ist, identisch sein kann mit der effectiven Spannung, welche sie bei der Compensation wirklich äussert; und die Thatsache, dass K_2 stets grösser ist als K_1, führt bei dem Umstande: dass die compensirte Kette stets ihre unveränderte elektromotorische Kraft äussern muss, offenbar zu dem Schlusse, dass in jedem Falle die effective Spannung der compensirenden Kette kleiner ist als ihre ursprüngliche elektromotorische Kraft.

Diese Folgerung findet ihre Erklärung in der ganz begründeten Annahme einer subtractiven Polarisation, welche in der com-

pensirenden Kette eintritt, und zwar wegen des Stromes S vom Betrage $\frac{e_2}{l}$, welchen sie in der Zweigleitung l und in der ungetheilten Strombahn $u_1 + p$ unterhält. Bezeichnet man die Polarisation in der untersuchten Kette, wenn sie eben als compensirende mit einem Daniell'schen Elemente in Wechselwirkung ist, mit P_1 und mit P_2 den auf ein einziges Daniell'sches Element entfallenden Betrag der Polarisation, wenn deren drei als compensirende Säule der untersuchten Kette gegenüber stehen, so ist — wenn x die wahre elektromotorische Kraft der untersuchten Kette, und D jene des Daniell'schen Elementes vorstellt — im ersten Falle $K_1 = \frac{x - P_1}{D}$, und im zweiten Falle $K_2 = \frac{x}{D - P_2}$; demnach ist K_1 stets kleiner [1]) und K_2 stets grösser [2]) als der eigentliche gesuchte Werth $\frac{x}{D}$.

Bekanntlich hat Poggendorff zwei Verfahren für die Benützung der Compensationsmethode vorgeschlagen; bei dem einen geschieht die Spannungsbestimmung aus der Relation $\frac{e_1}{e_2} = \frac{l + a}{l}$, bei dem zweiten nach der Gleichung $e_2 = Sl$. Nach den obigen Nachweisungen ist nun einleuchtend, dass das erste Verfahren für das Verhältniss $\frac{e_1}{e_2}$ stets zu kleine Werthe liefern muss; — dasselbe Verhältniss lässt sich aber auch in der Weise ermitteln, dass man einmal e_1 und ein anderesmal e_2 durch eine beliebige dazu geeignete Stromquelle compensirt; sei nun im ersten Falle $e_1 = \Sigma\lambda$ und im zweiten $e_2 = Sl$, so hätte man $\frac{e_1}{e_2} = \frac{\Sigma\lambda}{Sl}$ durch ein Verfahren ermittelt, in dessen Formel die Spannung der compensirenden Kette gar nicht vorkömmt, und welches sonach von den Störungen derselben — in Folge der besagten Polarisation — unabhängig ist; der Quotient $\frac{\Sigma\lambda}{Sl}$ gibt sofort das Verhältniss der Spannungen an, welche die verglichenen Ketten

[1]) um $\frac{P_1}{D}$

[2]) um $\frac{x}{D} \cdot \frac{P_2}{D - P_2}$

— jede im compensirten Zustande — geäussert haben, somit offenbar das Verhältniss ihrer wahren elektromotorischen Kräfte.

Dieser Umstand räumt dem zweiten Verfahren der Compensationsmethode einen gewissen Vorzug ein, und lässt zugleich erkennen, dass das in der besagten Art aus $\frac{\Sigma\lambda}{Sl}$ abgeleitete Spannungsverhältniss der verglichenen Ketten stets grösser ausfallen muss als das nach dem ersten Verfahren aus $\frac{l+a}{l}$ berechnete, von welchem oben die Rede war. In der That dürfte derselbe Umstand auch wesentlich dazu beigetragen[1]) haben, dass die oben angeführten, aus den Bestimmungen von Beetz berechneten Zahlen für das Verhältniss der Ketten $\frac{\text{Grove}}{\text{Daniell}}$ grösser ausgefallen sind als jene von Poggendorff. Beetz fand nämlich nach dem zweiten Verfahren für die Grove'sche Kette 36·24 und für die Daniell'sche (im Mittel) 21·22, woraus sich jenes Verhältniss = 1·707 ergibt; während Poggendorff unmittelbar dieses Verhältniss selbst nach dem ersten Verfahren bestimmte, und dafür Werthe erhielt, deren Mittel = 1·626 ist. Bestimmt man, wie ich es gethan habe, die Werthe K_1 und K_2, und lässt man als erste Annäherung deren Mittel gelten, so ergeben meine Versuche für das besagte Verhältniss durchschnittlich 1·670.

Gegenüber der Beeinträchtigung, welche die Genauigkeit des ersten Verfahrens bei der Compensationsmethode durch die Polarisation der compensirenden Kette erfährt, darf man übrigens den wichtigen Umstand nicht übersehen: dass man es dabei nur mit Widerstandsmessungen zu thun hat, die sich — was die Widerstände l und p angeht — leicht mit Schärfe ausführen lassen, hinsichtlich des Widerstandes u_1 aber — bei zweckmässiger Anordnung — eben nicht die äusserste Genauigkeit erheischen; während das zweite Verfahren, nebst der Messung von l, noch eine ebenso genaue Stromintensitätsbestimmung für S erheischt, wozu ein viel

[1]) Viel kommt allerdings auf die Reinheit der Ladungsflüssigkeiten an. Für chemisch-reine Salpetersäure erhielt ich Werthe, die in drei Versuchen sämmtlich grösser waren als 1·7

vollkommenes Galvanometer erforderlich ist, als man zur Bestimmung von u_1 bei dem ersten Verfahren benöthigt [1]).

Das zweite Gesetz, welches besagt dass der im ersten Gesetze bezeichnete Unterschied bei Platin viel beträchtlicher ist als bei Gaskohle, lässt erkennen, dass im Allgemeinen die Gaskohle viel weniger für Polarisation empfänglich ist [2]) als Platin, und demnach eine daraus gefertigte Kohlen-Zinkkette dieser störenden Veränderlichkeit viel weniger unterliegt als eine Platin-Zinkkette. Dieses Verhalten muss bei der Construction constanter Ketten als ein wesentlicher Vorzug der Gaskohle gegenüber dem Platin angesehen werden.

Das dritte der oben angeführten Gesetze macht ersichtlich, dass die „Methode der grossen Widerstände", welche freilich nur relative Spannungsbestimmungen vermittelt, andererseits aber den Vortheil der äussersten Einfachheit besitzt, bei Vergleichungen constanter Ketten immerhin eine ziemlich befriedigende Brauchbarkeit bewährt, offenbar weil die untersuchten Ketten um so weniger Veränderungen erleiden, je mehr der Gesammtwiderstand vergrössert und in Folge dessen die Stromstärke geschwächt wird [3]).

Das vierte Gesetz endlich stellt die Gaskohle an elektromotorischer Wirksamkeit dem Platin wenigstens gleich. Dieser Umstand und die geringere Polarisationsfähigkeit dieses Materiales machen dasselbe als Ersatz für Platin sehr empfehlenswerth, zumal mit Rücksicht auf noch andere vortheilhafte Eigenschaften. Die Gaskohle ist ohne Vergleich weniger porös als die Bunsen'sche Kohlenmasse, unterliegt auch bei vieljährigem Gebrauche keiner merklichen Abnützung, besitzt eine ausserordentlich compacte

---

1) Diese Schwierigkeit hat mich auch abgehalten, meinen Messungen noch jene nach dem zweiten Verfahren beizufügen; die zur Bestimmung von u_1 benützte Tangentenboussole war zur hinreichend scharfen Messung von S nicht geeignet, — die Anwendung der Sinusboussole aber wäre zu umständlich gewesen, um daneben auch noch die anderen Messungen innerhalb der durch Wandelbarkeit der Ketten bedingten kurzen Zeit ausführen zu können.

2) Man vergleiche die Versuche von Poggendorff über die Polarisation von platinirten und blanken Platinplatten (Pogg. Ann. Bd. 70, S. 182 u. ff.), und jene von Beetz mit Gasketten, bei welchen Bunsen'sche Kohle als fester Leiter diente (Pogg. Ann. Bd. 77, S. 507).

3) Man vergleiche Poggendorff's Bemerkungen über Fechner's Messungen in Pogg. Ann. Bd. 54, S. 170.

Festigkeit und ist — in Bezug auf zufällige Beschädigungen — weit dauerhafter als dünnes Platinblech. Dabei ist der Preis eines Gaskohlen-Zinkelementes etwa sechsmal niedriger als der eines gleich grossen Grove'schen. Auch hinsichtlich eines geringen Leitungswiderstandes lassen die Gaskohlenelemente kaum etwas zu wünschen übrig. Man hat gegen die Gaskohle ihre Ungleichförmigkeit eingewendet. In der Masse zeigt sie allerdings stellenweise bedeutende Ungleichförmigkeiten, in der Regel aber sehr geringe in der elektromotorischen Wirksamkeit bei Vergleichung verschiedener Stücke. Andererseits wird man nicht übersehen, dass auch je zwei Platinplatten, wenn man sie vor dem Gebrauche nicht auf das Umständlichste gereinigt hat, merklich ungleich wirken.

Schliesslich sei bemerkt, dass die von mir vorgeschlagenen Ladungsflüssigkeiten *B* und *C*, namentlich in der Kohlen-Zinkkette die Salpetersäure mit Vortheil ersetzen. Insbesondere gibt die Flüssigkeit *C*, mit Gaskohle angewendet, eine Kette, welche alle bisher in der Praxis benützten bedeutend übertrifft [1]).

Hinsichtlich der Dering'schen Ladungsflüssigkeiten wäre noch Folgendes zu erwähnen. Den Leitungswiderstand der Flüssigkeit *A* habe ich nach der Horsford'schen Methode untersucht, und von jenem der käuflichen Salpetersäure so wenig verschieden gefunden, dass dieser Unterschied bei der Construction von Ketten gar nicht in Betracht kommt. Anstatt Kalisalpeter kann nach Dering's Angabe auch Natronsalpeter in Salzsäure gelöst, als Ladungsflüssigkeit zu gleichem Zwecke verwendet werden. Ich habe auch diese letztere untersucht, und in ihrem Verhalten nicht erheblich von der aus Kalisalpeter dargestellten (*A*) abweichend gefunden. Beispielweise will ich noch eine hierauf bezügliche Versuchsreihe hersetzen.

Kette Nr. 9. Kohlen-Zinkkette, mit der Dering'schen Lösung von Natronsalpeter in Salzsäure als Ladungsflüssigkeit für die Kohle.

---

[1]) Bekanntlich gibt es wohl galvanische Combinationen von noch grösserer elektrischer Kraft (z. B. die Ketten, bei welchen fester Braunstein, Kaliumamalgam als Erreger; übermangansaures Kali, Kalilauge als Ladungsflüssigkeiten verwendet werden), sie sind aber für praktische Zwecke sämmtlich unbrauchbar.

K_1	M_1	K_2	M_2	$\frac{100\,(M_2 - M_1)}{M_1}$	K_3	$M_{1,2}$
1·6763 1·6986 1·6606	1·6785	1·7015 1·7083	1·7049	1·57	1·6642	1·6891

Näheres über den praktischen Werth der besprochenen Ladungsflüssigkeiten, von welchen übrigens die Dering'schen in Bezug auf andauernd constante Wirkung der Salpetersäure nachstehen, bei ihrer Anwendung für Kohle und Platin, so wie über deren Darstellung u. s. w. habe ich in meinem Aufsatze „über die Kohlen-Zinkkette bei Anwendung verschiedener Ladungsflüssigkeiten" (Dingler's polyt. Journal Bd. 164) angegeben.

Über den Zusammenhang des Magnetismus mit den Oscillationen des Batteriestroms.

Von K. W. Knochenhauer.

(Vorgelegt in der Sitzung vom 19. November 1863.)

Früher (Pogg. Ann. Bd. 97, p. 260) habe ich bereits die Einwirkung eines Eisendrathbündels auf den elektrischen Strom untersucht; allein da erst später durch Feddersen die Abhängigkeit der Oscillationsdauer von der Grösse der Batterie und der Länge des Schliessungsbogens nachgewiesen worden ist, so habe ich jetzt die Untersuchung wiederum aufgenommen.

I. Das $12^1/_2$ Zoll lange grössere Bündel von 1320 gefirnissten eisernen Dräthen wurde in die Mitte der mit $25^1/_2$ Fuss K. (Kupferdrath von etwas über $^1/_2$ Linie Durchmesser) in 78 Windungen auf 18'' Länge umwickelten Glasröhre (Sp. II) geschoben; darüber befand sich die zweite mit 36' K. in 80 Windungen umwickelte Glasröhre (Sp. I). Eine der beiden Glasröhren wurde mit einem Drathe geschlossen und die andere in den Schliessungsbogen eingefügt. Derselbe war mit Einschluss des Funkenmessers und des Therm. V, beide in äquivalenter Länge gerechnet, entweder 18' lang (1), oder es kam ausser 3' K. eine ebene Spirale von 40' K. Länge in $12^1/_2$ Windungen hinzu, deren äquivalente Länge zu 167'7 bestimmt ward (2), oder endlich ausser 4' K. noch eine zweite ganz gleiche ebene Spirale (3). Die Beobachtungen waren folgende:

Nr. 1. II (I × (60) + 4).

a) Widerstand.

Batt. *A*		*A* + *B*		*A* + *B* + 2 *F*	
Schldr.	Wid.	Schldr.	Wid.	Schldr.	Wid.
(1) = 74'3	(32) 283·6	75'7	195·6	78'3	136·0
	276·6		192·7		
	(40) 297·4		194·0		140·0
	292·6		199·0		
	M. 287·5		195·3		138·3

Batt. *A*		*A* + *B*		*A* + *B* + 2 *F*	
Schldr.	Wid.	Schldr.	Wid.	Schldr.	Wid.
(2) = 253'4	(32) 142·6	254'9	90·6	256'9	66·9
	136·5		92·0		
	(40) 140·8		95·2		67·9
	141·3		93·5		
	M. 140·3		92·8		67·4
(3) = 423'4	(32) 96·0	423'3	72·0	427'1	49·5
	100·8		66·7		
	(40) 105·6		70·0		48·0
	100 5		70·8		
	M. 100·7		69·9		48·7

b) Äquivalente Länge.

Batt. *A*		*A* + *B*	*A* + *B* + 2 *F*
Schldr.	Äq. L.	Äq. L.	Äq. L.
(1)	55·0, 57·7 } 56·3	64·4, 64·9 } 64·7	64·7, 67·4 } 66·0
(2)	58·6 56·8, 57·8 57·8, 56·1 59·4 } 57·7	65·7, 66·8 } 66·2	66·9, 64·9 } 65·9
(3)	59·8 58·7, 59·6 62·7, 61·7 59·5 } 60·3	68·4, 68·1 } 68·2	69·6, 69·8 } 69·7

c) Nebenstrom.

Batt. *A*		*A* + *B*	*A* + *B* + 2 *F*
Schldr.	Nbstr.	Nbstr.	Nbstr.
(1)	0·620 0·624	0·671 0·655	0·680 0·658
(2)	0·712	0·717	0·730 0·734
(3)	0·734	0·740	0·748 0·748

In dieser ersten Reihe war Sp. II in den Schliessungsbogen eingeschaltet, Sp. I durch 4' K. und durch eine Spirale aus Kupferdrath geschlossen, deren äquivalente Länge 60' beträgt; dies bezeichnet die Klammer. Die Batterie bestand entweder aus dem Flaschenpaar *A*, oder aus beiden Paaren *A* und *B*, oder es waren noch

die Flaschen $F_2 + F_3$ hinzugefügt. Die Ladung wurde abwechselnd auf 32 und 40 gebracht, d. h. die Kugeln des Funkenmessers standen um 1·45 oder 1·85 Linien aus einander. Der Schliessungsdrath ist bei (1), (2), (3) in seiner Totallänge angegeben, indem die unter *b)* beobachtete äquivalente Länge der Drathverbindung II (I $\times$) sogleich zum constanten Theil hinzugerechnet worden ist. Den Widerstand bestimmte ich, wie früher, durch Vergleichung in Zollen Neusilberdrath von 0·177 Linien Durchmesser, der nach Sitzungsber. Bd. 46, p. 465, 2·12mal schlechter als Platindrath von gleicher Stärke leitet; bei dieser Bestimmung blieben mit Schldr. (2) und (3) die ebenen Spiralen im Stamm, so dass ihr Widerstand nicht in Betracht kam. — Die äquivalente Länge der Drathverbindung wurde auf die gewöhnliche Weise aus der Stromtheilung abgeleitet, wobei der aus Kupferdrath bestehende Zweig nahe gleich lang, erst etwas länger, dann etwas kürzer als die zu untersuchende Verbindung genommen wurde. Die Stärke der Ladung zeigte sich ohne bemerkbaren Einfluss; auch der Wechsel der Batterie und des Schliessungsbogens ändert nur wenig. Die beobachtete äquivalente Länge weicht dagegen bedeutend von der ab, welche man nach Entfernung des Eisendrathbündels erhält. Die Beobachtung gab hier 25·0 — 24·4 = 24'7, die Berechnung gibt sie $= l' \, (1 - n' \, N') =$ 24'1; siehe darüber den Anhang. — Zur Beobachtung der unter *c)* notirten Nebenströme waren im schliessenden Bügel 2' K. durch Therm. V ersetzt, und Therm. II in den Stamm genommen. Die Nebenströme sind etwas abhängig von der Grösse der Batterie, mehr noch von der Länge des Schliessungsbogens, vor allem aber viel stärker als bei entferntem Eisendrathbündel. In diesem Falle wäre der Nebenstrom n' = 0·253, der nicht beobachtet wurde.

Nr. 2. I (II $\times$ (46·6) + 4).

a) Widerstand.

	Batt. *A*	*A* + *B*	*A* + *B* + 2 *F*
Schldr. Mitt.	Wid.	Wid.	Wid.
(1) = 95'4	(32) 185·1 (40) 187·0 (48) 186·0 (40) 201·0 (40) 202·5 } 193·9	(32) 133·8 (40) 135·8 (32) 134·3 } 134·6	(24) 97·4 (32) 98·2 (40) 99·7 (24) 99·0 } 98·6
(2) = 268'7	(40) 109·0	(32) 75·9	(24) 52·8
(3) = 440'1	(40) 79·0	(32) 54·7	(24) 41·3

b) Äquivalente Länge.

	Batt. A	$A+B$	$A+B+2F$
Schldr.	Äq. L.	Äq. L.	Äq. L.
(1)	76·8, 74·9 } 75·8	76·5, 77·6 } 77·0	78·2, 80·4 } 79·3
(2)	78·9, 78·5 } 78·7	80·7, 78·5 } 79·6	82·4, 81·0 } 81·7
(3)	79·9, 78·8 } 79·1	83·3, 81·1 } 82·2	82·5, 81·3 } 81·9

c) Nebenstrom.

	Batt. A	$A+B$	$A+B+2F$
Schldr.	Nbstr.	Nbstr.	Nbstr.
(1)	0·887 0·836 0·876	0·923 0·917	0·928 0·931
(2)	0·885 0·856 0·862	0·907 0·909	0·924 0·941
(3)	0·846 0·877	0·894 0·932	0·949 0·896

Sp. I war im Schliessungsbogen, Sp. II geschlossen durch 4′ K. und eine Spirale, deren äquivalente Länge 46'6 beträgt. Im Übrigen gelten die vorigen Bemerkungen. Nach entferntem Eisendrathbündel betrug die äquivalente Länge 47·7 — 47·9 = 47'8, wofür die Berechnung (s. Anhang) $l'(1-n''N')=47'7$ gibt. Unter derselben Bedingung ist der Nebenstrom $n''=0·379$, wofür die Beobachtung 0·382 lieferte.

Nr. 3. II (I × 2).

Batt. A. Ladung = 40.

	(1)	(2)	(3)
Schldr.	= 44'0	= 214'8	= 384'1
Wid.	80·0	36·7	24·0

Die äquivalente Länge wurde bei Schldr. (1) = 26·1 — 25·9 = 26'0, bei (2) = 26·1 — 26·0 = 26'1, bei (3) = 26·1 — 27·4 = 26'7 beobachtet, fast gleich in den drei Fällen. Nach entferntem Eisendrathbündel war die beobachtete äquivalente Länge 17·2 — 17·9 = 17'5; die Berechnung gibt 16'2. Die Differenz erklärt sich aus der ungünstigen Stellung des schliessenden Bügels von 2′ Länge.

Nr. 4. I (II × 2).

Batt. A		$A+B$	$A+B+2F$
Schldr.	Wid.	Wid.	Wid.
(1)	(32) 30·2	(24) 27·5	(16) 24·0
(2)	18·0	18·0	13·2
(3)	13·0	13·0	13·0

Die äquivalente Länge mit Batterie A bei Schldr. (1) beträgt 32·6 — 33·4 — 33·9 = 33·3, ohne Eisendrathbündel wurde sie 32·2 — 33·3 = 32·7 beobachtet. Die Berechnung gibt 30·8, wiederum wegen des störenden Bügels etwas zu klein.

Die drei ersten Reihen zeigen, dass der durch den Magnetismus des Eisendrathbündels bewirkte Widerstand im Allgemeinen umgekehrt proportional zur Quadratwurzel aus der Stärke der Batterien ist, also umgekehrt proportional zu 1 : 1·40 : 1·96 (über diese Zahlen s. Sitzungsber. Bd. 46, S. 475), und ebenso nahe umgekehrt proportional zur Quadratwurzel aus der Länge des Schliessungsbogens, d. h. überhaupt umgekehrt proportional zur Oscillationsdauer des Stroms.

Zu einer genauern Berechnung frägt es sich indess, wie viel von dem beobachteten Widerstand als Widerstand der Drathverbindung selbst abgezogen werden müsse, da dieser letztere Widerstand nicht vom Eisendrathbündel, sondern vom durchflossenen Kupferdrath stammt. In dieser Beziehung lehrte zunächst die Beobachtung, dass ein in den Stamm hinzugefügter grösserer Widerstand den durch das Eisendrathbündel veranlassten Widerstand nicht ändert. Als bei Batt. $A+B$ und der Verbindung Nr. 1 in den Schliessungsdrath (3), wo dieser also die beiden ebenen Spiralen enthielt, die Platinspirale B, deren Widerstand = 132·6 ist, hinzugefügt war, war der beobachtete Widerstand 71 — 72, also ebenso gross wie vorher. Die äquivalente Länge von B kommt bei dem langen Schliessungsbogen wenig in Anschlag. Umgekehrt zeigten aber die Beobachtungen auch, dass der Widerstand der Drathverbindung selbst nicht unbeachtet bleiben kann. Denn als die Verbindung II (I × 2 + B) mit Eisendr. untersucht wurde, wo Sp. I durch B und 2′K. geschlossen war, lieferte Batterie A mit Ladung 40 folgende Widerstände:

Schldr. (1) Wid. beob. 167·0 — 80·0 = 87·0
„ (2) „ „ 126·6 — 36·7 = 89·9
„ (3) „ „ 114·1 — 24·0 = 90·1.

Zieht man von ihnen die in der nahe ähnlichen Verbindung Nr. 3 beobachteten Widerstände ab, so bleiben constante Zahlen, die auf den Widerstand von B fallen. Dass die Zahlen bei längerem Schliessungsdrath etwas wachsen, erklärt sich leicht daraus, dass der durch I fliessende Nebenstrom wegen Änderung der äquivalenten Länge von B (s. Sitzungsber. Bd. 43, S. 64) nach und nach etwas geringer wird, somit die magnetische Wirkung des Hauptstroms etwas stärker hervortritt. Auch hier wachsen nämlich die Nebenströme mit Verkürzung des schliessenden Bügels, wenn schon die genaueren Gesetze darüber sich noch nicht feststellen lassen. Es gab z. B. Batt. $A+B$ mit Schliessungsdrath (1):

bei I (II × (46·6) + 2 + Th. V) den Nebenstrom = 0·874 (Mittel)
„ I (II × (20·3) + 2 + Th. V) „ „ = 0·995
„ I (II × 4 + Th. V) „ „ = 1·041.

Den letzten die Stärke des Hauptstroms noch übertreffenden Nebenstrom erklärt erst das Spätere.

Der Widerstand der Drathverbindung ohne Eisendrathbündel lässt sich aber nicht einfach abziehen; er wurde in Nr. 2 mit Batt. $A+B$ = 17·8 beobachtet, und wird in Nr. 1 und 3 etwa 10 betragen. Hiergegen streitet schon, dass durch das Drathbündel die Nebenströme verändert werden, mehr aber noch spricht dagegen die durch die Versuche selbst indicirte Thatsache, dass der Widerstand der ebenen Spiralen, und damit aller Spiralen, sich mit Änderung der Batterie ändert. Von dem Drathe, aus welchem die 40′ jeder Spirale bestehen, gaben mir früher mit Batt. $A+B$ 100′ gestreckt ausgespannt einen Widerstand = 36·0, jetzt dagegen gaben beide Spiralen + 4′, also der Länge nach 84′, als sie in den constanten Schliessungsdrath von 18′ eingeschoben wurden,

mit	Batt. A		$A+B$		$A+B+2F$
einem Widerstand	= 57·0	59·7	44·2	43·9	35·2
„ „	= 61·6		43·6		
„ „	= 60·4				

welche Widerstände fast umgekehrt proportional zur Quadratwurzel aus der Stärke der Batterien abnehmen. Dass dieses Gesetz mit

nach weiterer Vergrösserung der Batterie seine Giltigkeit verliert ist zwar natürlich, da irgend ein constanter Widerstand bleiben muss, allein für die vorliegenden Fälle ist es wohl zu beachten. Auch die Länge des Schliessungsbogens übt auf den Widerstand der Spiralen einen Einfluss aus. Gerade zu diesem Behufe habe ich die Reihe Nr. 4 angestellt. Die Verbindung I (II × 2) gab mit Batt. *A* nach entferntem Eisendrathbündel einen Widerstand = 21·8; in Nr. 4 fällt er bei Schldr. (3) bis auf 13·0 herab, und doch zeigte die Beobachtung, dass der Widerstand mit Eisendrathbündel jedesmal noch grösser ist als nach Entfernung desselben. — Findet auf solche Weise eine Abnahme des Spiralenwiderstandes nach der Grösse der Batterie und der Länge des Schliessungsbogens Statt, so kann man in Nr. 1 die beobachteten Widerstände unbedenklich uncorrigirt lassen, da die verbesserten Zahlen den beobachteten nahe proportional sein würden; auch bei Nr. 2, wenn schon hier nicht mit gleicher Sicherheit, wird man dasselbe Verfahren in Anwendung bringen dürfen. Man erhält so in Nr. 1

	Batt. *A*	*A* + *B*	*A* + *B* + 2*F*
Schldr. (1)	287·5	195·3×1·4=273·4	138·3×1·96=271·1
„ (2)	140·3	92·8×1·4=129·9	67·4×1·96=128·5
„ (3)	100·7	69·9×1·4= 97·9	48·7×1·96= 95·4

und in Nr. 2

Schldr. (1)	193·9	134·6×1·4=188·4	98·6×1·96=193·3
„ (2)	109·0	75·9×1·4=106·3	51·7×1·96=101·3
„ (3)	79·0	54·7×1·4= 76·6	41·3×1·96= 81·0.

Dass der durch den Magnetismus erzeugte Widerstand umgekehrt zur Oscillationsdauer abnimmt, kann hiernach keinem Zweifel unterliegen; wenn freilich die Zahlen mit vergrösserter Batterie fast regelmässig etwas kleiner ausfallen, so liegt dies wohl in dem zugleich veränderten Nebenstrom; doch wird sich hierüber, ehe wir eine genügende Theorie besitzen, sicher nichts Zuverlässiges feststellen lassen.

Was die Abnahme des Widerstandes mit der Länge des Schliessungsdrathes betrifft, so ist in Nr. 1 das umgekehrte Verhältniss der Quadratwurzeln aus den Schliessungsdräthen im Mittel

	=1 : 0·546		:0·423	
der Wid. bei *A*	=1 : 0·488	} 0·483	:0·350	} 0·353.
„ „ „ *A*+*B*	=1 : 0·475		:0·358	
„ „ „ *A*+*B*+2*F*	=1 : 0·487		:0·352	

In Nr. 2 erhält man dieselben Verhältnisszahlen der Schliessungsdräthe

	=1 : 0·596		:0·465	
der Wid. bei A	=1 : 0·562		:0·407	
„ „ „ $A+B$	=1 : 0·564	0·551	:0·407	0·411.
„ „ „ $A+B+2F$	=1 : 0·524		:0·419	

In Nr. 3 endlich, denn Nr. 4 bleibt ausgeschlossen, ist das angegebene Verhältniss der Schliessungsdräthe

	=1 : 0·453 : 0·338
der Wid.	=1 : 0·450 : 0·300.

Überall nehmen die Verhältnisszahlen im Widerstand schneller ab, als dass das umgekehrte Verhältniss der Quadratwurzeln aus den Schliessungsdräthen vollkommen stimmte; könnte man die beobachteten Widerstände corrigiren, so würde ihr Verhältniss vielleicht noch etwas mehr abnehmen, namentlich würde die hier eigentlich auszuschliessende Reihe Nr. 3 mit den andern in grössere Übereinstimmung treten.

Nach reiflicher Überlegung des von mir Sitzungsber. Bd. 46 behandelten Falles, dürfte ich S. 477 in der Reihe von Feddersen die Störungen wohl zu hoch angeschlagen und ein wichtiges Moment übersehen haben. Wenngleich nämlich nach den dort angeführten Gründen das Abströmen der Elektricität aus einer vergrösserten Batterie bei unverändertem Schliessungsbogen, und über einen in demselben Verhältniss verlängerten Schliessungsdrath bei unveränderter Batterie in gleicher Weise auf die Oscillationsdauer einwirken, und demnach die Theorie für beide Fälle die gleichen Gesetze aufstellen wird, so kann doch für die Bewegung über einen längern Schliessungsdrath ein neuer, dieselbe hemmender Umstand hinzu kommen, der also die Oscillationsdauer vergrössert und somit den Schliessungsdrath im Vergleich zu der angenommenen ungestörten Bewegung gleichsam länger macht. Da dann aber jeder Theil des Schliessungsbogens an dieser Störung Theil hat, so kommt man, wenn man, wie ich es that, die äquivalente Länge der Flüssigkeit aus der natürlichen Länge des im andern Zweige enthaltenen Kupferdraths ableitet, auf die Gesetze für die ungehemmte Bewegung und erhält die äquivalente Länge der Flüssigkeit, ohne damit etwas über die gestörte Oscillationsdauer feststellen zu können. Denn nur in dem angezogenen Verhältniss ist die äquivalente Länge der Flüssigkeit von

der Oscillationsdauer abhängig, im Übrigen wirkt sie gleich dem Schliessungsdrath auf die Oscillationsdauer ein, und diese ist wieder von ihr abhängig. In der citirten Abhandlung wäre dann der Ausdruck präciser gewesen, die äq. Länge der Flüssigkeit richtet sich nach der Oscillationsdauer, statt sie ist ihr proportional, wenn man anders nicht sagen wollte, sie ist zur Quadratwurzel aus der Länge des Schliessungsdraths proportional. Der Umstand, welcher die Oscillationsdauer auf dem Schliessungsdrath verzögert, scheint mir aber ein ähnlicher zu sein wie der, welcher nach S. 474 die äquivalente Länge der Flüssigkeit unter sonst constanten Verhältnissen nicht proportional zum Widerstand w, sondern proportional zu w^b wachsen lässt, wo $b = 1\cdot16556$ gefunden wurde. Nähme man diese empirische Formel mit demselben Werthe von b auch für den Schliessungsdrath an, so würde die Oscillationsdauer proportional zu $\sqrt{L^b}$ werden. Dann gibt die S. 477 citirte Reihe von Feddersen berechnet nach $t = 166 \sqrt{\left(\frac{L}{5\cdot26}\right)^b}$:

L	t beob.	t ber.
mm. 5·26[1]	132	166
15·26	312	309
25·26	410	414
45·26	601	582
65·26	753	720
85·26	845	842
115·26	935	1003
180· 3	1310	1302
317· 3	1770	1810
445· 3	2270	2206
1343	3980[2]	4197

Die Berechnung hält den Gang der beobachteten Zahlen ziemlich genau ein und gestattet wohl, die Formel einstweilen auf die hier vorliegenden Versuche zu übertragen. Wünschenswerth wäre es freilich, dass die Oscillationsdauer noch einmal mit längerem Schliessungsdrath bestimmt würde, und zwar mit Anwendung von

[1] Diese erste natürliche Länge weicht offenbar von der allein giltigen äquivalenten Länge am meisten ab.

[2] Diese Zahl ist bekanntlich durch Reduction erhalten, nicht durch directe Beobachtung.

Spiralen von bekannter äquivalenten Länge, weil nur so die durch Induction veranlassten Störungen beseitigt werden konnten. Berechnet man also das umgekehrte Verhältniss der Quadratwurzeln aus den nach dieser Formel corrigirten Längen des Schliessungsdrathes, so erhält man es

in Nr. 1 = 1 : 0·495 : 0·367
und „ „ 2 = 1 : 0·547 : 0·411,

womit die beobachteten Widerstände nahe genug übereinstimmen.

Nach dieser Berechnung entsteht kein Bedenken, den folgenden Satz aufzustellen:

Befindet sich ein Eisendrathbündel in zwei sich umschliessenden Spiralen, von denen die eine geschlossen, die andere in den Schliessungsbogen der Batterie eingeschaltet ist, so ist der Widerstand umgekehrt proportional zur Oscillationsdauer des Stroms.

II. In dem einfachern Fall, dass das Eisendrathbündel in einer einzelnen Spirale ist, fiel bei Batt. A der Widerstand so gross aus, dass er nicht sicher bestimmt werden konnte. Mit den grösseren Batterien waren die Resultate folgende:

Nr. 5. I und II.

a) Widerstand.

Schldr. (1). Ladung = 40.

	Batt. $A+B$	$A+B+2F$
Eisendr. in Sp. II	Wid. = 637·5	Wid. = 441·0
„ „ „ I	„ = 685·0	„ = 467·5

Mit Schldr. (2) und (3) blieben die Widerstände nahe unverändert. Die beobachteten Widerstände nehmen wie vorher nahe = 1·40 : 1·96 = 1 : 1·40 ab; denn 441·0 × 1·4 = 617·4 und 467·5 × 1·4 = 654·5, was bei der grössern Unsicherheit der Beobachtungen genügen kann. Zu beachten ist noch, dass Sp. I einen grössern Widerstand als Sp. II gibt, wodurch sich der oben angeführte, über die Einheit gehende Nebenstrom rechtfertigt.

b) Äquivalente Länge von II.

Batt. $A+B$		$A+B+2F$	
Schldr.	Äq. L.	Schldr.	Äq. L.
(1) = 93·5	151·6, 150·5 } 151·0	= 101·2	168·3, 164·6 } 166·5
(2) = 294·0	205·0, 210·3, 215·6 } 210·3	= 304·4	251·1, 249·1 } 250·1
(3) = 482·5	228·8, 234·1 } 231·4	= 493·8	271·6, 274·2 } 272·9

Die Länge der Schliessungsdräthe wurde so gestellt, dass zum constanten Theil die Hälfte der äquivalenten Länge der Zweige hinzugerechnet wurde, weil der Kupferzweig einmal kürzer, einmal länger als der Sp. II enthaltende Zweig genommen worden war. — Zur Sp. I wurde nur Schldr. (1) angewandt; dies gab

	Batt. $A+B$		$A+B+2F$	
Äq. L. von I=206·0		} 207·4	222·1	} 223·1
„ „ „ I=208·8			224·1	

Um die grossen Widerstände zu beseitigen, nahm ich ein kleineres Eisendrathbündel (1/3 — 1/4 Zahl Dräthe) von 13″ Länge und schob es in die Mitte von Sp. II.

Nr. 6. II mit kleinem Eisendrathb.

Schldr. (1)	Batt.	A	Ladung=48	Wid.=458·9
„ (1)	„	$A+B$	„ =40	„ =346·4
„ (1)	„	$A+B+2F$	„ =32	„ =263·0

Damit die Änderung bei verlängertem Schliessungsdrath bemerkbarer würde, ward derselbe sogleich um 672′ K. in Spiralen verlängert, Schldr. (4). War nun erst Sp. II im Schliessungsbogen, dann nach Entfernung derselben der nahe gleiche Widerstand in Zollen Neusilberdrath, so zeigte Therm. V folgende Zahlen an

Batt.	A	Schldr. (1) II	5·0	453″ Neus.	5·1
		„ (4) „	4·2	„	4·3
„	$A+B$	„ (1) „	9·4	343″ Neus.	9·5
		„ (4) „	8·4	„	8·2
„	$A+B+2F$	„ (1) „	15·7	253″ Neus.	16·1
		„ (4) „	14·2	„	13·6

Bei dem längern Schliessungsdrath zeigt sich mit Vergrösserung der Batterie eine kleine Abnahme im Widerstand. Auch die Stärke der Ladung hat hier einen Einfluss auf den Widerstand, der bei schwächern Ladungen etwas wächst; somit dürfen die in dieser Reihe beobachteten Zahlen nicht streng mit einander verglichen werden. Es zeigte z. B. bei einer Repetition mit Batt. $A+B+2F$ und Schldr. (1) das Therm. V

bei Lad. = 32 II 15·0 253″ Neus. 15·6
„ „ = 40 „ 25·0 „ 23·2,

wo bei Ladung 40 der Widerstand augenscheinlich abnimmt. Die Bestimmung der äquivalenten Länge unterliess ich, da doch keine genügenden Resultate zu erwarten waren.

Nr. 7. 16′ Eisendrath von 0·52 Linien Durchmesser.

a) Widerstand.

Schldr. (1) Lad. = 40 Batt. A Wid. = 109·6; $A+B$ Wid. = 78·0
„ (1) „ = 32 „ $A+B$ „ = 89·5; $A+B+2F$ „ = 64·2

Mit Schldr. (2) und (3) war der Widerstand unverändert.

b) Äquivalente Länge. Ladung = 40.

Batt. A		$A+B$		$A+B+2F$	
Schldr.	Äq. L.	Schldr.	Äq. L.	Schldr.	Äq. L.
(1) = 27′9	19·6, 19·9 } 19·8	27′9	19·8	28′5	21·1
(2) = 201·5	26·2, 25·3 } 25·7	202·2	27·1	—	—
(3) = 372·5	29·5, 30·9 } 30·2	373·5	31·7, 32·9 } 32·3	374·7	34·6

Bei verringerter Ladung stieg die äquivalente Länge um etwas. Die Länge des Schliessungsdraths wurde wie vorher durch Hinzufügung der halben Länge zum Stamm berechnet.

Der Eisendrath, der nahe gleich stark wie der Kupferdrath ist, klärt die Verhältnisse am meisten auf. Der Widerstand verhält sich zunächst wie die Quadratwurzeln aus der Grösse der Batterien, denn $78·0 \times 1·4 = 109·2$ und $64·2 \times 1·4 = 89·8$. Dasselbe

Resultat hatte ich, ohne auf die Bedeutung desselben zu achten, schon Sitzungsber. Bd. 43, S. 44, erhalten. Nimmt man dort nur auf die gleichen Ladungen 24 — 32 — 40 Rücksicht, so war der Widerstand der zu Zweigen verbundenen 4 Eisendräthe mit Batt. $A = 45 \cdot 7$ und mit Batt. $A + B = 32 \cdot 9$, also $32 \cdot 9 \times 1 \cdot 4 = 46 \cdot 1$. — Der Zuwachs an Länge lässt sich bei Batt. A am genauesten feststellen; er beträgt hier für die drei Schliessungsdräthe 3·8 — 9·7 — 14·2 und verhält sich

$$= 1 : 2 \cdot 55 : 3 \cdot 74;$$

die Quadratwurzeln aus den Schliessungsdräthen, die nach dem Obigen unverändert genommen werden müssen, verhalten sich

$$= 1 : 2 \cdot 69 : 3 \cdot 65;$$

die Zunahme an Länge richtet sich also nach der Oscillationsdauer. Ich trage kein Bedenken, dies Resultat auch auf die Spiralen zu übertragen, da durch das Drathbündel die Kraft des Nebenstroms so zunimmt, dass die äquivalente Länge von II sehr gesteigert werden kann, und man also viel grössere Zahlen als 32·0 (die äquivalente Länge von II ohne Drathbündel) von den beobachteten Zahlen abziehen muss, um den Zuwachs an Länge zu erhalten. Es wäre bei Batt. $A + B$ 72·7 und bei Batt. $A + B + 2F$ 78·2 abzuziehen, um das Gesetz zu erhalten. In der nachstehenden Fassung gilt daher sicher der Satz:

Eisendrath und ein Eisendrathbündel in einer einfachen Spirale gibt bei veränderter Batterie einen zur Oscillationsdauer des Stroms umgekehrt proportionalen Widerstand; bei verändertem Schliessungsdrath bleibt der Widerstand unverändert, dagegen wächst die Länge des Eisendraths (vielleicht auch die der Spiralen) der Oscillationsdauer gemäss, der Zuwachs ist proportional zur Quadratwurzel aus der Länge des Schliessungsdraths.

Gerade dieser Satz wird, wie ich glaube, später bei Feststellung der Theorie einen Prüfstein ihres Werthes abgeben, da sie nachweisen muss, warum die Oscillationen anders wirken, wenn ihre Dauer durch Änderung der Batterie, als wenn sie durch Änderung des Schliessungsdraths bestimmt wird. — Man wird leicht bemerken, dass der Längenzuwachs des Eisendraths bedeutender ist, als

dass man ihn einfach aus dem Widerstand ableiten könnte; die eigenthümliche Wirkung des Magnetismus ist nicht zu verkennen.

III. Noch blieb zu untersuchen, ob bei entgegengesetzten Strömen in beiden Spiralen, also mit Ausschluss des Nebenstroms, sich die Verhältnisse nach dem ersten oder dem zweiten Abschnitt richten. Es wurde also der Strom durch Sp. I und dann rückwärts nach Verbindung durch $1/_2$' K. durch Sp. II geleitet.

Nr. 7. I + II ctr.

	Batt. A	$A+B$	$A+B+2F$
Schldr.	Wid.	Wid.	Wid.
(1)	(40) 53·9, (48) 53·5 } 53·7	(24) 42·0, (32) 42·0 } 42·0	(20) 33·5, (24) 34·6 } 34·0
(2)	(40) 28·3, (48) 28·3 } 28·3	(24) 23·6, (32) 27·3 } 25·4	—
(3)	(40) 23·0, (48) 23·4 } 23·2	(24) 18·7, (32) 21·8 } 20·2	—

Die äquivalente Länge war mit Batt. A und Schldr. (1) = 33·1 — — 32·5 — 32·0 = 32'5, die von der ohne Eisendrathbündel wenig abweicht, beob. = 31·7 — 31·5 = 31'6, ber. = 29'5. Der Widerstand der Spiralen ohne Eisendrathbündel wurde ebenfalls mit Batt. A und Schldr. (1) = 23·4 — 23·1 = 23·2 gefunden, früher Sitzungsber. Bd. 43, p. 43, = 22·4. Die Widerstände sind hier so klein und der Widerstand der Drathverbindung selbst so gross, dass zwar an eine Berechnung nicht gedacht werden kann, der ganze Gang der Zahlen, namentlich mit Nr. 4 verglichen, stellt aber diese Reihe unter die Gesetze des ersten Abschnittes.

Ich versuchte noch zur Erlangung eines grössern Widerstandes die Spiralen ungleicher zu machen und umwand das vorher mit einer isolirenden Schicht bedeckte Eisendrathbündel mit 10' K. und steckte es in eine 31' lange Spirale Sp. (1); beide wurden durch 2' K. so verbunden, dass der Strom durch sie hinter einander in entgegengesetzter Richtung floss. Das Resultat war sonderbar. Die Zahlen θ in Therm. V waren folgende:

Batt. A.

Ladung	$= 56$	48	40	32
Schldr. (1)	$\vartheta = 17 \cdot 0$	$12 \cdot 8$	unsicher $1 \cdot 5$ bis $9 \cdot 0$	$1 \cdot 8$
„ (3)	$\vartheta = 6 \cdot 7$	$5 \cdot 0$	$3 \cdot 2$	$2 \cdot 0$

Batt. $A + B$.

Ladung	$= 56$	48	40	32	24
Schldr. (1)	$\vartheta =$ —	$34 \cdot 3$	$24 \cdot 2$	$5 \cdot 4$	$2 \cdot 8$
„ (3)	$\vartheta = 18 \cdot 8$	$14 \cdot 3$	$9 \cdot 9$	$5 \cdot 9$	$3 \cdot 2$

Bis Ladung 40 ist der Widerstand mit Schldr. (1) unbedeutend und mit Schldr. (3) gross; dann kehren sich plötzlich die Verhältnisse um. Die Sache selbst weiss ich bis jetzt nicht zu erklären.

Hierauf theilte ich den Strom durch Sp. I und Sp. II, so dass er in beiden eine entgegengesetzte Richtung hatte. Es wurde hierzu an Sp. I 4'K. + Th. V (resp. das entsprechende Gestell) und an Sp. II 1'5 K. + Th. V gefügt. Als das Eisendrathbündel noch nicht eingeschoben war, war das Verhältniss $\frac{h''}{h'} = 1 \cdot 47$ mit Schldr. (1) und $= 1 \cdot 49$ mit Schldr. (3), wo h'' den durch Sp. II und h' den durch Sp. I fliessenden Stromtheil bezeichnet. Die Berechnung gibt (siehe Anhang) $\frac{h''}{h'} = 1 \cdot 452$. Nach eingestecktem Drathbündel war dagegen mit Batt. A und Schldr. (1) $\frac{h''}{h'} = 1 \cdot 14$, was wenig Widerstand versprach, wie dies auch die Beobachtungen bestätigten. Denn als nur Sp. I um 4'K. verlängert war, gab mit Batt. $A + B + 2F$ und Schldr. (2) das Thermometer im Stamm $35 \cdot 2$ und nach Entfernung der ganzen Drathverbindung $36 \cdot 7$, also einen sehr kleinen Unterschied. — Die durch das Eisendrathbündel veränderten Nebenströme ändern die Stromtheilung, so auch wenn der Strom durch beide Spiralen in gleicher Richtung sich theilt. Betrug die Verlängerung an beiden Spiralen 1'5 K. + Th. V, so war ohne Drathbündel $\frac{h''}{h'} = 7 \cdot 08$ (unsicher wegen der nicht mehr vergleichbaren Thermometerzahlen $45 \cdot 1$ und $0 \cdot 9$), ber. $= 8 \cdot 06$, dagegen mit demselben $\frac{h''}{h'} = \infty$, denn das Thermometer im Zweige Sp. I gab 0, im Zweige Sp. II $6 \cdot 0$.

Anhang. Da in dem Vorhergehenden mehrfach die Formeln in Anwendung gekommen sind, welche für die verschiedenen Verbindungen zweier auf einander wirkender Spiralen gelten (ebenso

zweier gestreckter Dräthe in constanter Lage), aber die sämmtlichen Fälle in der Abhandlung Sitzungsber. Bd. 44, S. 259, noch keine Berücksichtigung gefunden haben, so will ich sie hier in der Kürze anführen. Die den Formeln zum Grunde liegenden Constanten sind l' die äquivalente Länge der Sp. I, l'' dieselbe Länge der Sp. II, N' und N'' die Nebenströme, welche II auf I und I auf II erregen, reducirt auf den Fall, dass der schliessende Bügel $\lambda = 0$ ist. Man bestimmt l' und l'' aus der Stromtheilung, und zwar so, dass man die Spirale in den einen Zweig, gestreckten Kupferdrath (der als Normaldrath dient) in den andern Zweig einfügt und die Länge desselben so lange abändert, bis durch beide Zweige gleiche Ströme fliessen. Die so gefundene Länge gestreckten Kupferdraths ist die äquivalente Länge der Spirale, d. h. die Spirale wirkt im Schliessungsdrath in allen Beziehungen, nur abgesehen vom Widerstand, gerade ebenso als ein gestreckter Kupferdrath von der angegebenen Länge und Stärke. N' und N'' findet man, wenn man erst Sp. I, dann Sp. II schliesst, die andere in den einfachen Schliessungsdrath einfügt, und so die Stärke des Nebenstroms n' oder n'' verglichen mit der Stärke des Hauptstroms als Einheit berechnet. Nach dem S. 267 angegebenen Gesetz ist dann $N' = \frac{l' + \lambda}{l'} n'$ und $N = \frac{l'' + \lambda}{l''} n''$. Die Umgestaltung der Formeln hängt jedoch vielfach von dem S. 278 angeführten Satze ab, dass $l' N' = l'' N''$ ist. Um also die Giltigkeit dieses Satzes in einem extremen Fall nachzuweisen, bildete ich zu der oben angegebenen ebenen Spirale von 40′ in 12½ Windungen mit der äquivalenten Länge $l' = 167'7$ eine kleinere von 3½ Windungen und 11′ Länge, deren äquivalente Länge $l'' = 16'4$ gefunden wurde. Als beide Spiralen in einem Abstande von 5 — 6 Linien einander parallel gegenüberstanden, und bei Batt. A l' durch $\lambda = 2'$K. + Th. V = 3'7 geschlossen war, wurde $n'' = 1\cdot6995$ beobachtet, also $N'' = \frac{20\cdot1}{16\cdot4} n'' = 2\cdot083$. War dagegen l' durch denselben Bügel geschlossen, so wurde $n' = 0\cdot2012$ und $N' = \frac{171\cdot4}{167\cdot7} n' = 0\cdot206$ erhalten. Es folgt hieraus $l' N' = 167\cdot7 \times 0\cdot206 = 34\cdot5$ und $l'' N'' = 16\cdot4 \times 2\cdot083 = 34\cdot1$, womit der Satz auch in diesem Falle bestätigt ist.

Die Verbindungen der Spiralen sind nun folgende:

1. Beide Spiralen durch einen Drath von λ äquivalenter Länge so verbunden, dass der Strom durch beide hinter einander in gleicher Richtung fliesst; nach S. 278 ist

$$(I + II) \text{ gleichl.} + \lambda = l' (1 + N') + l'' (1 + N'') + \lambda.$$

2. Beide Spiralen hinter einander so verbunden, dass der Strom durch sie in entgegengesetzter Richtung fliesst; nach S. 279 ist

$$(I + II) \text{ ctr.} + \lambda = l' (1 - N') + l'' (1 - N'') + \lambda.$$

3. Sp. II durch einen Bügel λ geschlossen, während der Strom durch Sp. I geht; ihre äquivalente Länge kommt nach S. 278 auf

$$I (II \times \lambda) = l' (1 - n'' N'),$$

wo $n'' = \frac{l'' N''}{l'' + \lambda}$ ist.

4. Ebenso Sp. I durch λ geschlossen und Sp. I im Schliessungsbogen

$$II (I \times \lambda) = l'' (1 - n' N''),$$

wo $n' = \frac{l' N'}{l' + \lambda}$ ist.

5. Beide Spiralen sind so verbunden, dass der Strom sich durch beide theilt und in ihnen in gleicher Richtung fliesst; hierzu sei an Sp. I noch λ' und an Sp. II noch λ'' angefügt. Bezeichnet man den resultirenden Stromtheil durch Sp. I mit h' und den durch Sp. II mit h'', nämlich $h' + h'' = 1$, so geht die äquivalente Länge von I in $L' = l' \left(1 + \frac{h''}{h'} N'\right)$ über, da der Strom h'' auf h' einwirkt, und von II in $L'' = l'' \left(1 + \frac{h'}{h''} N''\right)$, so dass die Zweige eine Länge $L' + \lambda'$ und $L'' + \lambda''$ erreichen. Die Gesetze der Stromtheilung geben hiernach $\frac{L' + \lambda'}{L'' + \lambda''} = \frac{h''}{h'} = \frac{l'\left(1 + \lambda'_0 + \frac{h''}{h'} N'\right)}{l''\left(1 + \lambda''_0 + \frac{h'}{h''} N''\right)}$, wenn man $\lambda' = l' \lambda'_0$ und $\lambda'' = l'' \lambda''_0$ setzt. Hieraus folgt mit Rücksicht auf die Gleichung $l' N' = l'' N''$ das Verhältniss der Stromtheile

$$\frac{h''}{h'} \text{ gleichl.} = \frac{l' (1 + \lambda'_0 - N')}{l'' (1 + \lambda''_0 - N'')},$$

ebenso

$$L' + \lambda' = \frac{l' \{(1 + \lambda'_0)(1 + \lambda''_0) - N' N''\}}{1 + \lambda''_0 - N''}$$

und $$L'' + \lambda'' = \frac{l'' \{(1 + \lambda'_0)(1 + \lambda''_0) - N' N''\}}{1 - \lambda'_0 - N'};$$

demnach ist die äquivalente Länge der beiden Zweige zusammen

$$= \frac{(L' + \lambda')(L'' + \lambda'')}{L' + \lambda' + L'' + \lambda''}$$

oder

$$\left\{ \mathrm{I} + \lambda', \mathrm{II} + \lambda'' \right\} \text{gleichl.} = \frac{l' l'' \{(1 + \lambda'_0)(1 + \lambda''_0) - N' N''\}}{l'(1 + \lambda'_0 - N') + l''(1 + \lambda''_0 - N'')}$$

6. Gehen die Theilströme durch beide Spiralen in conträrer Richtung, so werden die Nebenströme negativ, und es folgt unmittelbar

$$\frac{h''}{h'} \text{ctr.} = \frac{l'(1 + \lambda'_0 + N')}{l''(1 + \lambda''_0 + N'')}$$

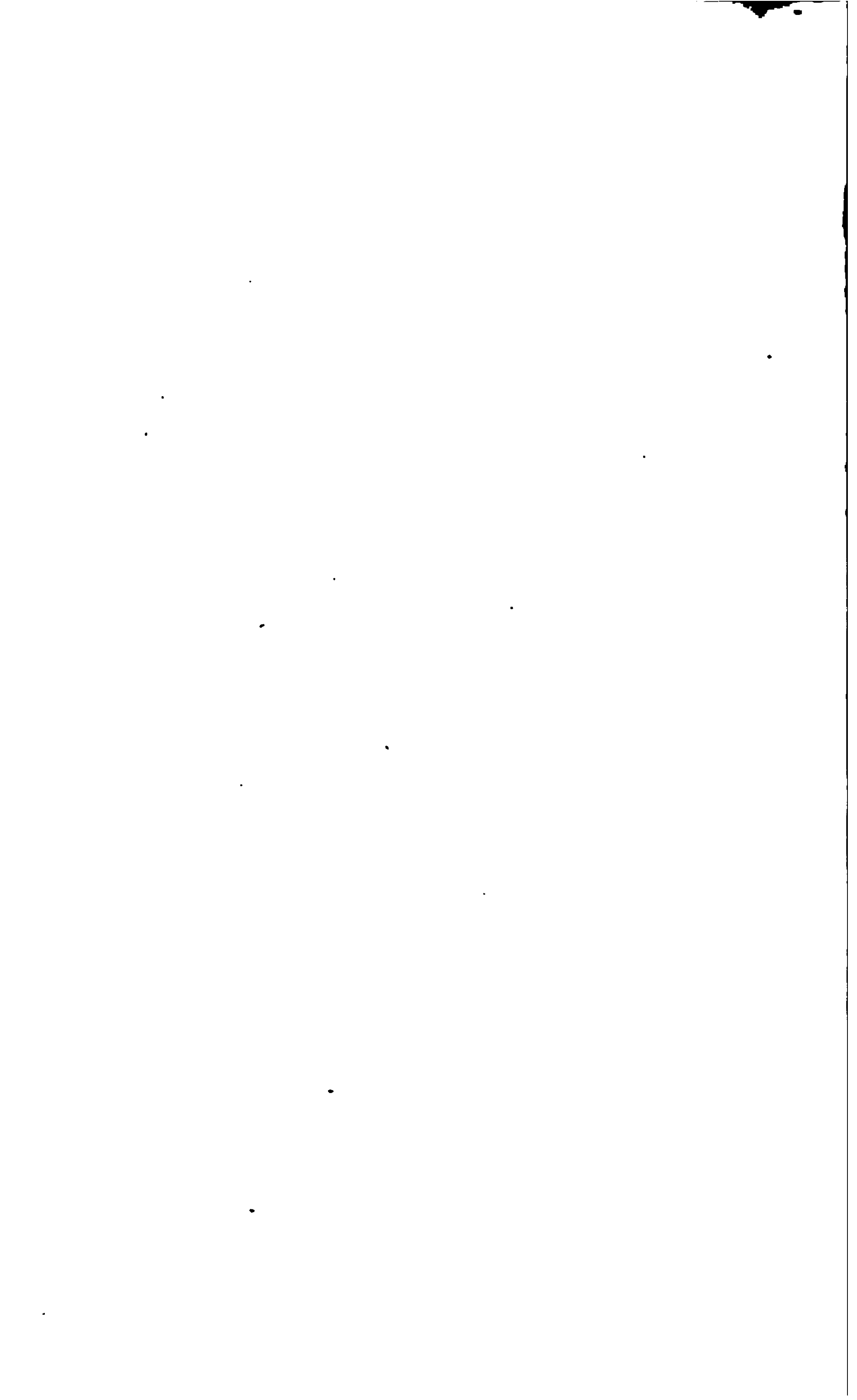
$$\left\{ \mathrm{I} + \lambda', \mathrm{II} + \lambda'' \right\} \text{ctr.} = \frac{l' l'' \{(1 + \lambda'_0)(1 + \lambda''_0) - N' N''\}}{l'(1 + \lambda'_0 + N') + l''(1 + \lambda''_0 + N'')}.$$

In Betreff der Constanten für die beiden Spiralen I und II habe ich schon in der citirten Abhandlung S. 279 bemerkt, dass bei der Bestimmung der äquivalenten Längen ein Versehen vorgekommen war; die wiederholten Beobachtungen haben $l' = 59{\cdot}6$, $l'' = 32{\cdot}0$ gegeben. Der Nebenstrom $n'' = \sqrt{0{\cdot}80} = 0{\cdot}894$ mit dem Bügel $\lambda = 3'$ kann nach der frühern Bestimmung, die aus mehreren Versuchen entnommen war, als zuverlässig gelten; dann ist $N'' = \frac{35}{32} \times 0{\cdot}894 = 0{\cdot}978$ und N' wird aus $l' N' = l'' N''$, $= 0{\cdot}525$, wofür an der citirten Stelle $0{\cdot}54$ steht. Die folgende Tabelle enthält sämmtliche Beobachtungen.

Constanten: $l' = 59{\cdot}6$ $l'' = 32{\cdot}0$ $N' = 0{\cdot}525$ $N'' = 0{\cdot}978$.

Verbindung	beob.	ber.	nach Formel
(I + II) gleichl. + 2	155'4	154'2	1
(I + II) ctr. + 2	31'6	29'5	2
I (II × 2)	32'7	30'8	3
II (I × 2)	17'5	16'2	4
I (II × 50·4)	47'8	47'7	3
I (II × 50·4); n''	0·382	0·379	3
II (I × 64)	24'7	24'1	4
{I + 4, II} gleichl.	32'5	32'8	5
{I + 3·2, II + 3·2} gl. $\frac{h''}{h'}$	7·08 (unsicher)	8·06	5
{I, II + 4} ctr.	8'3	7'4	6
{I + 4, II} ctr.	7'6	6'8	6
{I + 5·7, II + 3·2} ctr. $\frac{h''}{h'}$	1·48	1·45	6

Kleine Störungen werden durch ungünstige Lage der Verbindungsdräthe veranlasst, wenn anders nicht Wirkungen durch Condensation Einfluss haben.



Die jedem Fachmanne bekannten, bei der raschen Entwickelung der Wissenschaft von Jahr zu Jahr sich steigernden Unzukömmlichkeiten, welche mit der cumulativen Herausgabe von Abhandlungen verbunden sind, die sich auf sämmtliche naturwissenschaftliche Fächer beziehen, haben die mathematisch-naturwissenschaftliche Classe der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften bestimmt, ihre Sitzungsberichte in zwei gesonderten Abtheilungen erscheinen zu lassen.

Die **erste Abtheilung** enthält die Abhandlungen aus der Mineralogie, Botanik, Zoologie, Anatomie, Geologie und Paläontologie; die **zweite Abtheilung** die aus der Mathematik, Physik, Chemie, Physiologie, Meteorologie, physischen Geographie und Astronomie.

Von jeder dieser Abtheilungen erscheint jeden Monat mit Ausnahme von August und September ein Heft, welches drei Sitzungen umfasst. Der Jahrgang enthält somit zehn Hefte.

Dem Berichte über jede Sitzung geht eine vollständige Übersicht aller in derselben vorgelegten Abhandlungen voran, selbst wenn diese nicht zur Aufnahme in die Schriften der Akademie bestimmt werden.

Der Preis des Jahrganges beträgt für eine Abtheilung 12 Gulden ö. W.

Von allen grösseren Abhandlungen kommen Separatabdrücke in den Buchhandel und sind durch die akademische Buchhandlung Karl Gerold's Sohn zu beziehen.



SITZUNGSBERICHTE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

XLIX. BAND. III. HEFT.

Jahrgang 1864. – März.

ZWEITE ABTHEILUNG.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Physik, Chemie, Physiologie, Meteorologie, physischen Geographie und Astronomie.

WIEN.

AUS DER KAIS. KÖN. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI KARL GEROLD'S SOHN, BUCHHÄNDLER DER KAISERL. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1864.

INHALT.

Seite

VII. Sitzung vom 10. März 1864: Übersicht 269

Oppolzer, Entwickelung von Differentialformeln zur Verbesserung einer Planeten- oder Kometenbahn nach geocentrischen Orten 271

— Über die Bahn des Planeten (64) 289

— Bahnbestimmung des Kometen I. 1861 303

Ditscheiner, Die Brechungsquotienten einer Lösung des salpetersauren Wismuthoxydes 326

VIII. Sitzung vom 17. März 1884: Übersicht 330

IX. Sitzung vom 31. März 1864: Übersicht 332

Hlasiwetz, Über einige Harze 335

Auszug aus einem Schreiben des Herrn Prof. Dr. Cohn in Breslau, über einen merkwürdigen Schnee- und Staubfall, mitgetheilt von Herrn Prof. und Director der k. k. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus, Dr. C. Jelinek 336

Über einen merkwürdigen Schneefall in der Umgebung von Reifnig am 21. Februar d. J., mitgetheilt von dem Reichsrathsabgeordneten und Custos am krainischen Landesmuseum, Herrn C. Deschmann 337

v. Littrow, Physische Zusammenkünfte von Asteroiden im Jahre 1864 339

Frischauf, Bahnbestimmung des Kometen 1863. II 343

Gottlieb, Analyse der Constantinsquelle zu Gleichenberg in Steiermark 351

— Analyse der Klausenquelle nächst Gleichenberg in Steiermark 360

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

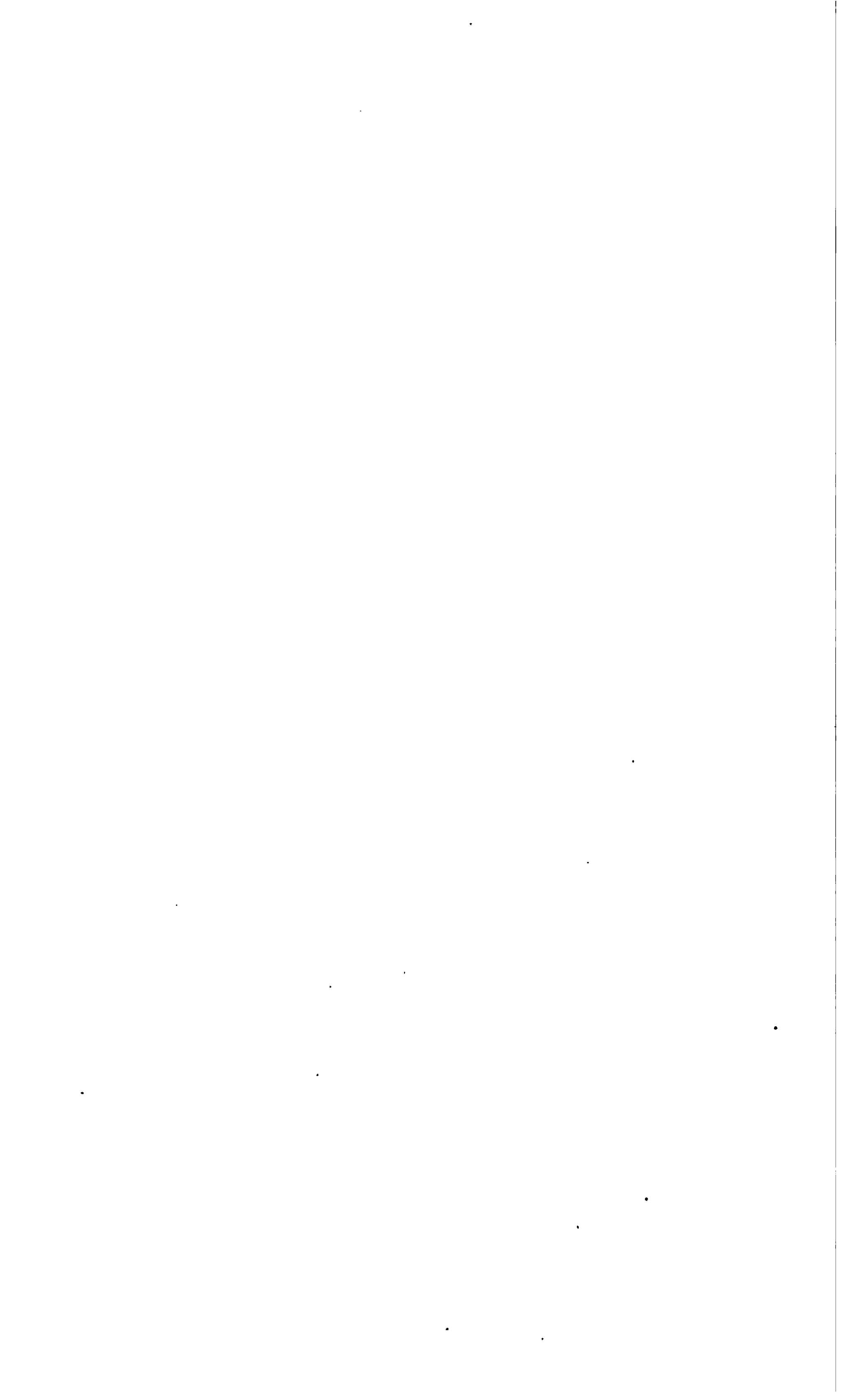
MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

XLIX. BAND.

ZWEITE ABTHEILUNG.

3.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Physik, Chemie, Physiologie, Meteorologie, physischen Geographie und Astronomie.



VII. SITZUNG VOM 10. MÄRZ 1864.

Herr Hofrath Auer Ritter v. Welsbach, Director der k. k. Hof- und Staatsdruckerei, übermittelt eine Anzahl gedruckter Aufsätze über die Maisfaser-Production, und ladet zu der in den Localitäten der k. k. Hof- und Staatsdruckerei veranstalteten Ausstellung der aus der Maispflanze gewonnenen Producte ein.

Der Verwaltungsrath der „Dampfschifffahrt - Gesellschaft des Österr. Lloyd" erklärt sich mit Zuschrift vom 3. März l. J., in Folge der Verwendung der kais. Akademie der Wissenschaften, gerne bereit, Herrn Prof. Dr. Karl Peters, in Berücksichtigung der hohen Wichtigkeit seiner in der Türkei zu unternehmenden wissenschaftlichen Reise, die freie Passage auf den Dampfern der Gesellschaft zu gewähren.

Herr Dr. J. Wiesner dankt mit Schreiben vom 10. März für die ihm zu seinen Untersuchungen über die Zerstörung der Hölzer an der Atmosphäre, bewilligten Subvention von 200 fl. ö. W.

Herr Hofrath Prof. J. Hyrtl übermittelt eine für die Denkschriften bestimmte Abhandlung: „Über normale und abnorme Verhältnisse der Schlagadern des Unterschenkels".

Ferner wurden folgende Abhandlungen eingesendet: „Analyse der Constantins- und der Klausenquelle zu Gleichenberg in Steiermark", von dem w. M. Herrn Prof. J. Gottlieb in Gratz.

„Das Pendel-Abnahmegesetz", von dem Herrn C. Schilbach, Uhrmacher in Triest.

„Über einige Zwillinge des Kupferkieses", von Herrn T. Gutzeit in Riga.

Herr Director K. v. Littrow übergibt eine Abhandlung: „Entwickelung von Differentialformeln zur Verbesserung einer Planeten- oder Cometenbahn nach geocentrischen Orten", von Herrn Th. Oppolzer.

Herr Dr. H. Leitgeb legt eine Abhandlung: „Über kugelförmige Zellverdickungen in der Wurzelhülle einiger Orchideen" vor.

Herr Dr. L. Ditscheiner überreicht eine Notiz: „Über die Brechungsquotienten einer Lösung von salpetersaurem Wismuthoxyd".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Akademie der Naturforscher, kais. Leopoldino - Carolinisch-deutsche: Verhandlungen. XXX. Band. Dresden, 1864; 4°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1465. Altona, 1864; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LVIII. No. 7. Paris, 1864; 4°.

Cosmos. XIIIe Année, 24e Volume, 9e — 10e Livraisons. Paris, 1864; 8°.

Jena, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem ersten Halbjahre 1863/64. Jena & Leipzig, 1863 & 1864; 8°. & 4°.

Land- und forstwirthschaftliche Zeitung. XIV. Jahrgang, Nr. 7. Wien, 1864; 4°.

Lotos. Zeitschrift für Naturwissenschaften. XIV. Jahrgang. 1864. Januar & Februar. Prag; 8°.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt. Jahrg. 1864. I. Heft. Gotha; 4°.

Mondes. 2e Année, Tome IV, 8 — 9e Livraisons. Paris, Tournai, Leipzig, 1864; 8°.

Moniteur scientifique. 173e Livraison. Tome VIe, Année 1864. Paris; 4°.

Reader, The. No. 61 — 62. Vol. III. London, 1864; Folio.

Wiener medizinische Wochenschrift. XIV. Jahrg. Nr. 9 — 10. Wien, 1864; 4°.

Zeitschrift des österreich. Ingenieur-Vereines. XVI. Jahrgang. 1. Heft. Wien, 1864; 4°.

Entwickelung von Differentialformeln zur Verbesserung einer Planeten- oder Kometenbahn nach geocentrischen Orten.

Von Th. Oppolzer.

§. 1. Über die Wahl der Grundebene.

Die Aufgabe der vorliegenden Abhandlung ist es, durch zweckmässige Formeln den Einfluss der Änderung irgend eines Bahnenelementes des betreffenden Himmelskörpers auf den geocentrischen Ort zu bestimmen; hierbei ist es jedoch nicht gleichgiltig auf was für ein Coordinatensystem die Angaben des Planeten- oder Kometenortes bezogen sind, da durch zweckmässige Wahl der Grundebene die ganze Berechnung wesentlich vereinfacht werden kann; der leitende Gedanke wird daher der sein, diejenige Grundebene zu wählen, bei deren Zugrundelegung die Berechnung der Differentialausdrücke mit Einschluss der nöthigen Vorbereitungsrechnungen ein Minimum der Zeit erfordert.

Es bieten sich vorzüglich zur Wahl drei Fundamentalebenen dar, und zwar: 1. die Ebene der Ekliptik; 2. des Äquators und 3. die Ebene der Planeten- und Kometenbahn selbst. Bei allen drei Ebenen ist es erforderlich, alles auf einen bestimmten Moment zu beziehen, da alle drei im Raume mit der Zeit veränderlich sind. Wählt man die letztere Ebene als Grundebene, so lässt die Berechnung der Differentialformeln für ∂u, ∂r, ∂i, $\partial \Omega$ an Bequemlichkeit nichts zu wünschen übrig, doch wird dieser Vortheil nur mit schweren Opfern erkauft, da die vorbereitenden Rechnungen einen viel grösseren Zeitaufwand verursachen, als der Zeitgewinn bei der früher bemerkten Operation beträgt. — Wählt man den Äquator als Grundebene, so hat man zuerst den Vortheil, dass man keine Transformation mit den geocentrischen Coordinaten vorzunehmen braucht, da die Beobachtungen sich beinahe stets nur auf dieses System beziehen; reducirt man überdies noch die Elemente der Bahn auf diese Ebene, so hat man nahehin alle Vortheile erreicht,

die sonst die Ekliptik gewährt, und wegen denen man meistens der Ekliptik vor dem Äquator den Vorzug gibt. Ich muss hier noch auf einen Umstand aufmerksam machen, der in der Praxis in der That öfter vorkommt und dem man nur durch Wahl des Äquators scharfe Rechnung tragen kann; nicht selten trifft es sich, dass die Rectascension und Declination eines Normalortes nicht gleiches Gewicht erhalten, sei es, dass mehrere Beobachtungen unvollständig sind, oder dass die zwei Coordinaten verschieden in Bezug auf Präcision sind; letzteres trifft bei Kometen sehr häufig ein; ferner kann man bisweilen nicht die Declination eines Normalortes auf denselben Zeitpunkt verlegen, auf welchen die Rectascension fällt; auch bei diesem Umstande wird die Wahl des Äquators als Fundamentalebene wesentliche Vortheile bieten.

Diese hier angeführten Punkte bestimmten mich, bei der folgenden Entwickelung stets den Äquator als Grundebene anzunehmen; es braucht jedoch kaum bemerkt zu werden, dass die nun folgenden Vorschriften mit ganz geringen Änderungen auf jede beliebige Ebene umgesetzt werden können.

§. 2. Transformation der Ekliptikalelemente in Äquatoriale.

Wiewohl diese Transformation streng genommen nicht in das Gebiet der vorliegenden Abhandlung gehört, so glaubte ich doch alles zur Berechnung Nöthige zusammenstellen zu müssen, damit bei einer etwaigen Anwendung alles Zusammengehörige vorgefunden wird.

Es sei ε die mittlere Schiefe der Ekliptik zu dem bestimmten mittleren Äquinoctium, auf das sich Alles bezieht, ferner i, Ω und π die Neigung, der aufsteigende Knoten und die Länge des Perihels, bezogen auf die Ekliptik, i', Ω' und π' die analogen Grössen, bezogen auf den Äquator, so ist

$$\sin\frac{1}{2}(\Omega'+\sigma)\cos\frac{1}{2}i' = \cos\frac{1}{2}(i-\varepsilon)\sin\frac{1}{2}\Omega$$
$$\cos\frac{1}{2}(\Omega'+\sigma)\cos\frac{1}{2}i' = \cos\frac{1}{2}(i+\varepsilon)\cos\frac{1}{2}\Omega$$
$$\sin\frac{1}{2}(\Omega'-\sigma)\sin\frac{1}{2}i' = \sin\frac{1}{2}(i-\varepsilon)\sin\frac{1}{2}\Omega$$
$$\cos\frac{1}{2}(\Omega'-\sigma)\sin\frac{1}{2}i' = \sin\frac{1}{2}(i+\varepsilon)\cos\frac{1}{2}\Omega$$
$$\pi' = (\pi+\sigma) - (\Omega - \Omega').$$

Durch diese Relationen sind alle Elemente in Bezug auf den Äquator unzweideutig bestimmt, da i stets kleiner als 180° angenommen wird; für die Richtigkeit der Rechnung bürgt die Übereinstimmung der Werthe von i' aus $\cos\frac{1}{2}i'$ und $\sin\frac{1}{2}i'$, da jedoch diese Probe bisweilen misslich werden kann, so kann man sich folgender Probe bedienen. Setzt man $\operatorname{cotg} A = -\operatorname{tg} \Omega \cos i$ und $\operatorname{cotg} A' = -\operatorname{tg} \Omega' \cos i'$ und bestimmt A, A' so, dass $\sin A$, $\sin A'$, resp. mit $\cos \Omega$ und $\cos \Omega'$ gleiches Zeichen haben, so wird

$$\frac{\cos \Omega}{\sin A} = \frac{\cos \Omega'}{\sin A'}$$

und ausserdem, wenn ω die Länge des Perihels in Bezug auf die Ekliptik und ω' dieselbe Grösse für den Äquator bedeutet

$$A + \omega = A' + \omega'.$$

§. 3. Entwickelung der Differentialausdrücke für du, dr, $d\Omega'$, di'.

Ist u das Argument der Breite, v die zugehörige wahre Anomalie, Ω' i' π' die im vorigen Paragraphe erwähnten Grössen, so ist

$$\pi' - \Omega' = \omega'$$
$$u = v + \omega'$$

Bestimmt man nun die Lage des Himmelskörpers im Raume durch die Entfernungen desselben von drei senkrechten Ebenen, deren gemeinsamer Durchschnittspunkt im Sonnenmittelpunkte liegt, die xy-Ebene falle mit dem Äquator zusammen, die positive x-Axe gehe durch den Frühlingspunkt, so ist nach der gebräuchlichen Zähl- und Schreibweise

$$\begin{aligned} x &= r\,\{\cos u \cos \Omega' - \sin u \sin \Omega' \cos i'\} \\ y &= r\,\{\cos u \sin \Omega' + \sin u \cos \Omega' \cos i\} \\ z &= r \sin u \sin i'. \end{aligned}$$

Entwickelt man nun die Ausdrücke für $\frac{\partial x}{\partial u}$, $\frac{\partial x}{\partial r}$, $\frac{\partial x}{\partial \Omega'}$, $\frac{dx}{\partial i'}$, und die analogen Ausdrücke für y und z, so erhält man

$$\frac{\partial x}{\partial u} = -r\,\{\sin u \cos \Omega' + \sin \Omega' \cos i' \cos u\}$$
$$\frac{\partial y}{\partial u} = -r\,\{\sin u \sin \Omega' - \cos \Omega' \cos i' \cos u\}$$
$$\frac{\partial z}{\partial u} = r \sin i' \cos u$$
$$\frac{\partial x}{\partial r} = \cos u \cos \Omega' - \sin u \sin \Omega' \cos i'$$
$$\frac{\partial y}{\partial r} = \cos u \sin \Omega' + \sin u \cos \Omega' \cos i'$$
$$\frac{\partial z}{\partial r} = \sin u \sin i'$$
$$\frac{\partial x}{\partial \Omega'} = -r\,\{\cos u \sin \Omega' + \sin u \cos i' \cos \Omega'\}$$
$$\frac{\partial y}{\partial \Omega'} = -r\,\{-\cos u \cos \Omega' + \sin u \cos i' \sin \Omega'\}$$
$$\frac{\partial z}{\partial \Omega'} = o$$
$$\frac{\partial x}{\partial i'} = r \sin u \sin \Omega' \sin i'$$
$$\frac{\partial y}{\partial i'} = r \sin u \cos \Omega' \sin i'$$
$$\frac{\partial z}{\partial i'} = r \sin u \cos i'.$$

Dreht man nun das Coordinatensystem so um die z-Axe, dass die x-Axe mit Ω' zusammenfällt, so erhalten die vorstehenden Ausdrücke folgende Gestalt:

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned}
\frac{\partial x}{\partial u} &= -r \sin u\,, & \frac{\partial x}{\partial \Omega'} &= -r \sin u \cos i'\,,\\
\frac{\partial y}{\partial u} &= +r \cos u \cos i'\,, & \frac{\partial y}{\partial \Omega'} &= r \cos u\,,\\
\frac{\partial z}{\partial u} &= +r \cos u \sin i'\,, & \frac{\partial z}{\partial \Omega'} &= o\,,\\
\frac{\partial x}{\partial r} &= \cos u\,, & \frac{\partial x}{\partial i'} &= o\,,\\
\frac{\partial y}{\partial r} &= \sin u \cos i'\,, & \frac{\partial y}{\partial i'} &= -r \sin u \sin i'\,,\\
\frac{\partial z}{\partial r} &= \sin u \sin i'\,, & \frac{\partial z}{\partial i'} &= r \sin u \cos i'\,,
\end{aligned}\right.$$

wobei jedoch bemerkt werden muss, dass sich nun alles auf das letzterwähnte Coordinatensystem bezieht.

Um nun die Änderung von ∂x, ∂y, z auf geocentrische Polarcoordinaten zu übertragen, diene folgende Bemerkung. Ist Δ die Distanz des Planeten oder Kometen von der Erde, α und δ seine geocentrische Rectascension und Declination, X, Y, Z die Sonnencoordinaten, bezogen auf das letzterwähnte Coordinatensystem, so bestehen die Relationen:

$$\Delta \cos(\alpha - \Omega') \cos\delta = x + X$$
$$\Delta \sin(\alpha - \Omega') \cos\delta = y + Y$$
$$\Delta \sin\delta = z + Z.$$

Differentiirt man x, y, z nach den variablen Grössen Δ, α, δ, und eliminirt $\partial\Delta$, so folgt

$$\cos\delta\,\partial\alpha = -\frac{\sin(\alpha-\Omega')}{\Delta}\partial x + \frac{\cos(\alpha-\Omega')}{\Delta}\partial y$$
$$\partial\delta = -\frac{\cos(\alpha-\Omega')\sin\delta}{\Delta}\partial x - \frac{\sin(\alpha-\Omega')\sin\delta}{\Delta}\partial y + \frac{\cos\delta}{\Delta}\partial z.$$

Substituirt man nun in diesen Ausdrücken für ∂x, ∂y, ∂z die in (1) angesetzten Ausdrücke, so erhält man

$$\frac{\partial\alpha\cos\delta}{\partial u} = \frac{r}{\Delta}\{\sin(\alpha-\Omega')\sin u + \cos(\alpha-\Omega')\cos u\cos i'\}$$
$$\frac{\partial\alpha\cos\delta}{dr} = \frac{1}{\Delta}\{-\sin(\alpha-\Omega')\cos u + \cos(\alpha-\Omega')\sin u\cos i'\}$$
$$\frac{\partial\alpha\cos\delta}{\partial\Omega'} = \frac{r}{\Delta}\{\cos\alpha-\Omega')\cos u + \sin(\alpha-\Omega')\sin u\cos i'\}$$
$$\frac{\partial\alpha\cos\delta}{\partial i'} = \frac{r}{\Delta}\{-\cos(\alpha-\Omega')\sin u\sin i'\}$$
$$\frac{\partial\delta}{\partial u} = \frac{r}{\Delta}\{\cos(\alpha-\Omega')\sin u\sin\delta -$$
$$-\sin(\alpha-\Omega')\cos u\cos i'\sin\delta + \cos\delta\sin i'\cos u\}$$
$$\frac{\partial\delta}{\partial r} = \frac{1}{\Delta}\{-\cos(\alpha-\Omega')\cos u\sin\delta -$$
$$-\sin(\alpha-\Omega')\sin u\cos i'\sin\delta + \cos\delta\sin i'\sin u\}$$
$$\frac{\partial\delta}{\partial\Omega'} = \frac{r}{\Delta}\{-\sin(\alpha-\Omega')\cos u\sin\delta +$$
$$+\cos(\alpha-\Omega')\sin u\cos i'\sin\delta\}$$
$$\frac{\partial\delta}{\partial i'} = \frac{r}{\Delta}\{\sin(\alpha-\Omega')\sin u\sin i'\sin\delta + \cos\delta\sin u\cos i'\}.$$

Durch Einführung einiger weniger Hilfsmittel wird die Berechnung dieser Ausdrücke sehr einfach

$$\begin{aligned}
\cos(\alpha-\Omega')\cos i' &= A\sin A' \\
\sin(\alpha-\Omega') &= A\cos A' \\
\sin i' &= m\sin M \\
-\sin(\alpha-\Omega')\cos i' &= m\cos M \\
m\sin(M+\delta) &= B\sin B' \\
\cos(\alpha-\Omega')\sin\delta &= B\cos B',
\end{aligned}$$

daraus

$$\frac{\partial\alpha\cos\delta}{\partial u} = \frac{r}{\Delta}A\sin(A'+u)\,; \qquad \frac{\partial\delta}{\partial u} = \frac{r}{\Delta}B\sin(B'+u),$$

$$\frac{\partial\alpha\cos\delta}{\partial r} = -\frac{A}{\Delta}\cos(A'+u), \qquad \frac{\partial\delta}{\partial r} = -\frac{B}{\Delta}\cos(B'+u),$$

welche Umformung in der Folge grosse Vortheile bietet, und von der im nächsten Paragraphen der ausgedehnteste Gebrauch gemacht wird.

Wiewohl die Entwickelung der Differentialformeln für die Elemente erst in der Folge ausgeführt werden soll, so setze ich doch die Umformung für $\partial\Omega'$ und $\partial i'$ hierher, da die Ausdrücke ganz so zu behandeln sind, wie es für ∂u und ∂r geschehen ist. Führt man ein

$$\cos(\alpha-\Omega') = C\sin C', \qquad \cos i' = D\sin D',$$

$$\sin(\alpha-\Omega')\cos i' = C\cos C', \qquad \sin(\alpha-\Omega')\sin i' = D\cos D',$$

woraus

$$\begin{aligned}
\frac{\partial\alpha\cos\delta}{\partial\Omega'} &= \frac{r}{\Delta}C\sin(C'+u), \\
\frac{\partial\delta}{\partial\Omega'} &= -\frac{r}{\Delta}A\cos(A'+u)\sin\delta \\
\frac{\partial\alpha\cos\delta}{\partial i'} &= -\frac{r}{\Delta}\sin u\cos(\alpha-\Omega')\sin i', \\
\frac{\partial\delta}{\partial i'} &= \frac{r}{\Delta}D\sin u\sin(D'+\delta).
\end{aligned}$$

Die Einführung aller dieser Hilfswinkel macht, wie ich mich durch mehrfache Anwendung überzeugt habe, überaus wenig Mühe, da dieselben durch verschiedene Combination einigen wenigen Grössen leicht erhalten werden.

§. 4. Entwickelung von ∂u und ∂r nach den Elementen für nahe kreisförmige Bahnen.

Bei der Entwickelung für ∂u und ∂r muss man entscheiden, ob man es mit einer mehr kreisförmigen Bahn oder mehr parabolischen zu thun hat; der erste Fall soll zuerst abgehandelt werden. Nach dieser Voraussetzung kann man u und r von folgenden vier Elementen abhängig machen:

M_0 = mittlere Anomalie zu einer bestimmten Epoche,
μ = die tägliche mittlere siderische Bewegung,
φ = der Excentricitätswinkel,
ω' = der Abstand des Perihels vom Knoten.

Streng genommen wäre wohl noch u und r von einem siebenten Elemente abhängig zu machen, nämlich von der Masse des Himmelskörpers; doch dieser Fall kommt hier nicht in Betracht, wo auf die kleinen Planeten Rücksicht genommen ist; übrigens ist es ein Leichtes, die hergehörigen Formeln, wenn es je nöthig sein sollte, einzuführen. Vor Allem ist

$$\frac{\partial\alpha\cos\delta}{\partial M_0} = \left(\frac{\partial\alpha\cos\delta}{\partial u}\right)\left(\frac{\partial u}{\partial M_0}\right) + \left(\frac{\partial\alpha\cos\delta}{\partial r}\right)\left(\frac{\partial r}{\partial M_0}\right)$$

$$\frac{\partial\delta}{\partial M_0} = \left(\frac{\partial\delta}{\partial u}\right)\left(\frac{\partial u}{\partial M_0}\right) + \left(\frac{\partial\delta}{\partial r}\right)\left(\frac{\partial r}{\partial M_0}\right)$$

$$\frac{\partial\alpha\cos\delta}{\partial\mu} = \left(\frac{\partial\alpha\cos\delta}{\partial u}\right)\left(\frac{\partial u}{\partial\mu}\right) + \left(\frac{\partial\alpha\cos\delta}{\partial r}\right)\left(\frac{\partial r}{\partial\mu}\right)$$

$$\frac{\partial\delta}{\partial\mu} = \left(\frac{\partial\delta}{\partial u}\right)\left(\frac{\partial u}{\partial\mu}\right) + \left(\frac{\partial\delta}{\partial r}\right)\left(\frac{\partial r}{\partial\mu}\right)$$

$$\frac{\partial\alpha\cos\delta}{\partial\varphi} = \left(\frac{\partial\alpha\cos\delta}{\partial u}\right)\left(\frac{\partial u}{\partial\varphi}\right) + \left(\frac{\partial\alpha\cos\delta}{\partial r}\right)\left(\frac{\partial r}{\partial\varphi}\right)$$

$$\frac{\partial\delta}{\partial\varphi} = \left(\frac{\partial\delta}{\partial u}\right)\left(\frac{\partial u}{\partial\varphi}\right) + \left(\frac{\partial\delta}{\partial r}\right)\left(\frac{\partial r}{\partial\varphi}\right)$$

$$\frac{\partial\alpha\cos\delta}{\partial\omega'} = \left(\frac{\partial\alpha\cos\delta}{\partial u}\right)\left(\frac{\partial u}{\partial\omega'}\right) + \left(\frac{\partial\alpha\cos\delta}{\partial r}\right)\left(\frac{\partial r}{\partial\omega'}\right)$$

$$\frac{\partial\delta}{\partial\omega'} = \left(\frac{\partial\delta}{\partial u}\right)\left(\frac{\partial u}{\partial\omega'}\right) + \left(\frac{\partial\delta}{\partial r}\right)\left(\frac{\partial r}{\partial\omega'}\right).$$

Gauss gibt in der „theoria motus“ in den §§. 15 und 16 folgende Ausdrücke:

$$\partial v = \frac{a^2}{r^2}\cos\varphi\,\partial M + \frac{(2 + e\cos v)\sin v}{\cos\varphi}\,\partial\varphi$$

$$\partial r = \frac{r}{a}\,\partial a + a\,\mathrm{tg}\,\varphi\sin v\,\partial M - a\cos\varphi\cos v\,\partial\varphi.$$

Um nun zu obigen Ausdrücken zu gelangen, bemerke man

$$\partial v = \partial u - \partial\omega'$$

$$\partial M = \partial M_0 + t\,\partial\mu,$$

wo t die seit der Epoche verflossene Zeit bedeutet; weiter ist, wenn man die Masse des Planeten $= o$ setzt,

$$\partial a = -\frac{2}{3}\,\frac{a}{\mu}\,\partial\mu.$$

Unter Berücksichtigung dieser Relationen erhält man ohne Schwierigkeit

$$\frac{\partial u}{\partial M_0} = \frac{a^2}{r^2}\cos\varphi$$

$$\frac{\partial r}{\partial M_0} = a\,\mathrm{tg}\,\varphi\sin v = \frac{a^2}{r}\sin E\sin\varphi\ \ [E = \text{die excentrische Anomalie}]$$

$$\frac{\partial u}{\partial\mu} = t\,\frac{a^2}{r^2}\cos\varphi$$

$$\frac{\partial r}{\partial\mu} = ta\,\mathrm{tg}\,\varphi\sin v - \frac{2}{3}\,\frac{r}{\mu}$$

$$\frac{\partial u}{\partial\varphi} = \frac{(2 + e\cos v)\sin v}{\cos\varphi}$$

$$\frac{\partial r}{\partial\varphi} = -a\cos\varphi\cos v$$

$$\frac{\partial u}{\partial\omega'} = 1$$

$$\frac{\partial r}{\partial\omega'} = o.$$

Es ist zu bemerken, dass μ hiebei in Theilen des Radius auszudrücken ist, man hat daher für μ den Werth $\mu \sin 1''$ zu setzen.

Stellt nun ∂u und ∂r den Differentialquotienten von u und r nach einem beliebigen Elemente vor, so hat man, mit Rücksicht auf die vorausgehenden Paragraphen

$$\partial\alpha \cos\delta = \frac{A}{\Delta}\{r \sin(A'+u)\,\partial u - \cos(A'+u)\,\partial r\}$$

$$\partial\delta \quad = \frac{B}{\Delta}\{r \sin(B'+u)\,\partial u - \cos(B'+u)\,\partial r\};$$

setzt man für

$$-\partial r = N \sin N'$$

$$r\partial u = N \cos N',$$

so ist die gemeinsame Form für alle Ausdrücke:

$$\partial\alpha \cos\delta = \frac{AN}{\Delta} \sin(A'+N'+u)$$

$$\partial\delta \quad = \frac{BN}{\Delta} \sin(B'+N'+u).$$

Behandelt man diesem Kunstgriffe gemäss alle Ausdrücke, so wird man auf die unten angesetzten Formeln geführt. Ich habe zugleich alle zur Berechnung nöthigen Formeln angesetzt, damit die praktische Anwendung derselben bequemer wird und zugleich die Kürze und die Übersichtlichkeit der vorzunehmenden Operationen deutlicher hervorträte.

Ehe ich noch die Zusammenstellung anführe, wird es zweckmässig sein, zu bemerken, dass alle Formeln schon homogen sind, da die Änderungen der Elemente alle in demselben Masse ausgedrückt sind, in dem die geocentrischen Beobachtungen angesetzt sind; man hat daher, mit Ausnahme der Einführung von μ, nicht weiter auf diesen Umstand zu achten.

$$\cos(\alpha - \Omega')\cos i' = A \sin A'$$

$$\sin(\alpha - \Omega') = A \cos A'$$

$$\sin i' = m \sin M$$

$$-\sin(\alpha - \Omega')\cos i' = m \cos M$$

$$m \sin(M+\delta) = B \sin B'$$

$$\cos(\alpha - \Omega')\sin\delta = B \cos B'$$

$$\cos(\alpha - \Omega') = C \sin C'$$

$$\sin(\alpha - \Omega')\cos i' = C \cos C'$$

$$\cos i' = D \sin D'$$
$$\sin(\alpha - \Omega') \sin i' = D \cos D'$$
$$-\sin E \sin \varphi = F \sin F'$$
$$\cos \varphi = F \cos F'$$
$$-r\left\{t\frac{a}{r}\operatorname{tg}\varphi \sin v - \frac{2}{3\mu \sin 1''}\right\} = G \sin G'$$
$$t\frac{a^2}{r}\cos\varphi = G \cos G'$$
$$a \cos\varphi \cos v = H \sin H'$$
$$\frac{(p+r)\sin v}{\cos\varphi} = H \cos H'$$

$$\frac{\partial \alpha \cos \delta}{\partial M_0} = \frac{F}{\Delta}\frac{a^2}{r} A \sin(A' + F' + u)$$
$$\frac{\partial \delta}{\partial M_0} = \frac{F}{\Delta}\frac{a^2}{r} B \sin(B' + F + u)$$
$$\frac{\partial \alpha \cos \delta}{\partial \mu} = \frac{G}{\Delta} A \sin(A' + G' + u)$$
$$\frac{\partial \delta}{\partial \mu} = \frac{G}{\Delta} B \sin(B' + G' + u)$$
$$\frac{\partial \alpha \cos \delta}{\partial \varphi} = \frac{H}{\Delta} A \sin(A' + H' + u)$$
$$\frac{\partial \delta}{\partial \varphi} = \frac{H}{\Delta} B \sin(B' + H' + u)$$
$$\frac{\partial \alpha \cos \delta}{\partial \omega'} = \frac{r}{\Delta} A \sin(A' + u)$$
$$\frac{\partial \delta}{\partial \omega'} = \frac{r}{\Delta} B \sin(B' + u)$$
$$\frac{\partial \alpha \cos \delta}{\partial \Omega'} = \frac{r}{\Delta} C \sin(C + u)$$
$$\frac{\partial \delta}{\partial \Omega'} = -\frac{r}{\Delta} A \cos(A' + u) \sin \delta$$
$$\frac{\partial \alpha \cos \delta}{\partial i'} = -\frac{r}{\Delta} \sin u \cos(\alpha - \Omega') \sin i'$$
$$\frac{\partial \delta}{\partial i'} = \frac{r}{\Delta} \sin u\, D \sin(D' + \delta).$$

Da der Factor $\frac{1}{\Delta}$ allen Gliedern gemeinsam ist, so kann derselbe bei der Berechnung vorläufig ausser Acht gelassen werden und bei der Multiplication der Coëfficienten mit dem Factor der Präcision leicht später mitgenommen werden.

§. 5. Entwickelung von ∂u und ∂r für nahe parabolische Kometen.

Ist die Bahn des Himmelskörpers parabolisch oder nahehin parabolisch, so erleiden die Vorschriften des vorausgehenden Paragraphes wesentliche Umänderungen; es sind nämlich mit Vernachlässigung der Masse, u und r von folgenden vier Elementen abhängig:

T = die Zeit des Durchganges des Kometen durch das Perihel,
q = der kleinste Abstand des Kometen von der Sonne,
e = die Excentricität,
ω' = der Abstand des Perihels vom Knoten.

Ausserdem muss hiebei noch Rücksicht genommen werden, ob der Komet direct oder retrograd ist. Diese Unterscheidung fällt jedoch ganz weg, wenn man die Gauss'sche Zählweise einführt; es ist überhaupt nicht einzusehen, wesshalb diese so bequeme und mindestens ebenso anschauliche Zahlweise nicht schon allgemein eingeführt ist. Ist ein Komet retrograd und sind seine Elemente nach der gewöhnlichen Schreibweise angesetzt, so wird zuerst statt i, $180—i$ angesetzt werden müssen; ferner für π_0 muss man jetzt für die Länge der Perihels (π) schreiben

$$\pi = 2\Omega - \pi_0.$$

Ist dieses geschehen, so kann man nach der Vorschrift des §. 2 die Transformation auf den Äquator vornehmen, wobei zu bemerken ist, dass i zwischen den Grenzen o und 180° eingeschlossen ist. Es fällt so die Unterscheidung zwischen retrograd und direct ausser Betracht und man braucht in der Folge auf diesen Umstand nicht mehr Rücksicht zu nehmen.

Es wird zweckmässig sein, gleich Anfangs hier zu erwähnen, dass nun die Änderungen der Elemente nicht mehr homogen sind, denn $\partial\omega'$, $\partial\Omega'$ $\partial i'$ sind in Bogenmass ∂T, ∂q und ∂e in Einheiten des Radius auszudrücken. Auf diesen Umstand ist in der Folge Rücksicht genommen.

Zunächst ist wieder

$$\frac{\partial\alpha\cos\delta}{\partial T} = \left(\frac{\partial\alpha\cos\delta}{\partial u}\right)\left(\frac{\partial u}{\partial T}\right) + \left(\frac{\partial\alpha\cos\delta}{\partial r}\right)\left(\frac{\partial r}{\partial T}\right)$$

$$\frac{\partial\delta}{\partial T} = \left(\frac{\partial\delta}{\partial u}\right)\left(\frac{\partial u}{\partial T}\right) + \left(\frac{\partial\delta}{\partial r}\right)\left(\frac{\partial r}{\partial T}\right)$$

$$\frac{\partial\alpha\cos\delta}{\partial q} = \left(\frac{\partial\alpha\cos\delta}{\partial u}\right)\left(\frac{\partial u}{\partial q}\right) + \left(\frac{\partial\alpha\cos\delta}{\partial r}\right)\left(\frac{\partial r}{\partial q}\right)$$

$$\frac{\partial\delta}{\partial T} = \left(\frac{\partial\delta}{\partial u}\right)\left(\frac{\partial u}{\partial q}\right) + \left(\frac{\partial\delta}{\partial r}\right)\left(\frac{\partial r}{\partial q}\right)$$

$$\frac{\partial\alpha\cos\delta}{\partial e} = \left(\frac{\partial\alpha\cos\delta}{\partial u}\right)\left(\frac{\partial u}{\partial e}\right) + \left(\frac{\partial\alpha\cos\delta}{\partial r}\right)\left(\frac{\partial r}{\partial e}\right)$$

$$\frac{\partial\delta}{\partial e} = \left(\frac{\partial\delta}{\partial u}\right)\left(\frac{\partial u}{\partial e}\right) + \left(\frac{\partial\delta}{\partial r}\right)\left(\frac{\partial r}{\partial e}\right).$$

Für $\partial\omega'$, $\partial\Omega'$ und $\partial i'$ gelten ganz dieselben Ausdrücke, wie sie in §. 4 angesetzt sind. Bei der nun folgenden Entwickelung sind zwei Fälle zu unterscheiden: α) Die Bahn ist parabolisch oder mindestens so nahe parabolisch, dass der Werth $1-e$ als eine kleine Grösse erster Ordnung zu betrachten ist, so dass das Product derselben mit einem Differentiale ohne Weiters als Grösse zweiter Ordnung ausgeschlossen werden kann. β) Die Excentricität der Bahn weicht schon so weit von der Einheit ab, dass diese Voraussetzung nicht mehr statthaft ist. Dieser letztere ungleich seltenere Fall ist in dieser Untersuchung vorläufig ausgeschlossen; ich werde die darauf bezüglichen Formeln bei der Berechnung des Kometen, III. 1863, nachtragen, bei dem der Werth $1-e$ die Grösse 0·04 nahezu erreicht.

Eine für die Behandlung des ersten Falles sehr geeignete Form, die von Bessel herrührt, erhält man auf folgendem Wege; es besteht die Masse $= o$ gesetzt folgende Relation:

$$\int r^2\,\partial v = k\,(t-T)\,\sqrt{q},$$

die sofort in folgende übergeht

$$\frac{k\,(t-T)}{q^{3/2}\,(1+e)^{3/2}} = \int (1+e\cos v)^{-2}\,\partial v.$$

Schreibt man nun für $(1-e)$, d und entwickelt den Ausdruck unter dem Integralzeichen nach steigenden Potenzen von d, so wird

$$\frac{k\,(t-T)}{q^{3/2}(1+e)^{3/2}} = \int\frac{\partial v}{(1+\cos v)^2} + 2d\int\frac{\cos v\,\partial v}{(1+\cos v)^3} + 3d^2\int\frac{\cos v^2\,\partial v}{(1+\cos v)^4} +$$
$$+\,4d^3\int\frac{\cos v^3\,\partial v}{(1+\cos v)^5} + \ldots\ldots$$

Um nun gleich alles integrabel zu erhalten, setze man $\cos v = \frac{1-z^2}{1+z^2}$, wo die Bedeutung von z sogleich klar ist, wenn man die Formel $\cos v = \frac{1-\operatorname{tg}^2\frac{1}{2}v}{1+\operatorname{tg}^2\frac{1}{2}v}$ mit dem früheren Ausdrucke vergleicht. Es wird so

$$\frac{k(t-T)}{q^{3/2}(2-\delta)^{3/2}} = 2\left\{z+\frac{1}{2}z^3\right\}+\frac{1}{2}d\left\{z-\frac{z^5}{5}\right\}+\frac{3}{8}d^2\left\{z-\frac{z^3}{3}-\frac{z^5}{5}+\frac{z^7}{7}\right\}+\ldots.$$

Ordnet man nun Alles nach steigenden Potenzen von d und schreibt für z seinen Werth $\operatorname{tg}\frac{1}{2}v$, so wird

$$\frac{k(t-T)}{q^{3/2}\sqrt{2}} = \operatorname{tg}\frac{1}{2}v+\frac{1}{3}\operatorname{tg}^3\frac{1}{2}v+d\left\{\frac{1}{4}\operatorname{tg}\frac{1}{2}v-\frac{1}{4}\operatorname{tg}^3\frac{1}{2}v-\frac{1}{5}\operatorname{tg}^5\frac{1}{2}v\right\}$$
$$+\,d^2\left\{\frac{3}{32}\operatorname{tg}\frac{1}{2}v-\frac{7}{32}\operatorname{tg}^3\frac{1}{2}v+\frac{3}{28}\operatorname{tg}^7\frac{1}{2}v\right\}+\ldots(A)$$

aus welcher Gleichung leicht die oben vorgelegten Ausdrücke resultiren. Erlaubt man sich, überall für e die Einheit zu substituiren, so wird

$$\frac{\partial v}{\partial T} = -\frac{k\sqrt{2q}}{r^2}$$
$$\frac{\partial r}{\partial T} = r\operatorname{tg}\frac{1}{2}v\,\frac{\partial v}{\partial T},$$

woraus mit Rücksicht auf die Entwickelungen im §. 4 folgt:

$$\frac{\partial\alpha\cos\delta}{\partial T} = -\frac{k\sqrt{2}}{\Delta\sqrt{r}}A\sin\left(A'+u-\frac{1}{2}v\right)$$
$$\frac{\partial\delta}{\partial T} = -\frac{k\sqrt{2}}{\Delta\sqrt{r}}B\sin\left(B'+u-\frac{1}{2}v\right).$$

Setzt man für $k = 3548''\,188$, $\log k = 3\cdot55001$, so ist sogleich homogen gemacht, wobei die Voraussetzung gemacht ist, dass die auszugleichenden Fehler in Bogenmass angesetzt sind.

Bei der Bestimmung der Differentialausdrücke für q wird es vortheilhaft sein, gleich die Ausdrücke so anzusetzen, dass man den Differentialcoëfficienten für den Brigg'schen Logarithmus von q erhält. Es ist bekanntlich

$$\partial q = nq\partial\log q,$$

wo $n = 2\cdot302583$, $\log n = 0\cdot36222$ bedeutet.

Zunächst erhält man für ∂q durch Differentiation der Gleichung (A) nach gehöriger Reduction:

$$\frac{\partial v}{\partial q} = -\frac{3k(t-T)}{r^2\sqrt{2q}}, \quad \text{und} \quad \frac{\partial r}{\partial q} = \cos v.$$

Daraus

$$\frac{\partial v}{\partial \log q} = -\frac{3}{\sqrt{2}} n \frac{k(t-T)\sqrt{q}}{r^2} \text{ und } \frac{\partial r}{\partial \log q} = n\, q \cos v.$$

Führt man nun ein

$$-q \cos v = G \sin G'$$
$$-\frac{3}{\sqrt{2}} \frac{k(t-T)\sqrt{q}}{r} = G \cos G',$$

so folgt

$$\frac{\partial \alpha \cos \delta}{\partial \log q} = n \frac{GA}{\Delta} \sin(A' + G' + u)$$
$$\frac{\partial \delta}{\partial \log q} = n \frac{GB}{\Delta} \sin(B' + G' + u).$$

Die bis jetzt entwickelten Formeln finden bei Ausgleichung parabolischer Bahnen ihre Anwendung, hat man es jedoch mit einer nahe parabolischen Bahn zu thun, so muss man zu den bis jetzt entwickelten Ausdrücken noch $\frac{\partial v}{\partial e}$ und $\frac{\partial r}{\partial e}$ hinzufügen; man erhält zunächst durch Differentiation die Gleichung (A) nach v und e, mit Vernachlässigung der höheren Differentialen, wozu nach der Voraussetzung auch das Product eines Differentials in $(1-e)$ gezählt wird.

$$o = \frac{2\,\partial v}{\cos^4 \frac{1}{2} v} - \left\{ \operatorname{tg} \frac{1}{2} v - \operatorname{tg}^3 \frac{1}{2} v - \frac{4}{5} \operatorname{tg}^5 \frac{1}{2} v \right\} \partial e,$$

woraus unmittelbar

$$\frac{\partial v}{\partial e} = \frac{\cos^4 \frac{1}{2} v}{2} \left\{ \operatorname{tg} \frac{1}{2} v - \operatorname{tg}^3 \frac{1}{2} v - \frac{4}{5} \operatorname{tg}^5 \frac{1}{2} v \right\} \dots\dots \quad (a)$$

Dieser Ausdruck für $\frac{\partial v}{\partial e}$ könnte leicht in eine Tafel mit dem Argumente „wahre Anomalie“ gebracht werden; doch scheint es unnöthig, diese Tafel hier anzusetzen, da vorerst eine solche Tafel in der berühmten Olber'schen Abhandlung über Kometenbahnen

(Taf. V der zweiten Auflage) sich vorfindet, und ferner werden weiter unten durch geeignete Transformationen für die Rechnung bequemere Formen gegeben. — Die Columne A der erwähnten Tafel gibt mit dem Argumente v den Werth

$$-\frac{\cos^4\frac{1}{2}v}{200}\left(\operatorname{tg}\frac{1}{2}v-\operatorname{tg}^3\frac{1}{2}v-\frac{4}{5}\operatorname{tg}^5\frac{1}{2}v\right)206264''8,$$

man hat also blos den Tafelwerth mit —100 zu multipliciren, um den Werth $\frac{\partial v}{\partial e}$ sogleich zu haben, die schon mit 206264″8 ausgeführte Multiplication befreit von dem späteren homogen machen.

Ferner ist:

$$\frac{\partial r}{\partial e}=\frac{r}{2}\operatorname{tg}\frac{1}{2}v\left\{\operatorname{tg}\frac{1}{2}v+2\frac{\partial v}{\partial e}\right\}\ldots\ldots\quad(b),$$

wobei nur darauf zu achten ist, dass der innerhalb der Klammer angesetzte Werth von $\operatorname{tg}\frac{1}{2}v$ homogen mit $\frac{\partial v}{\partial e}$ gemacht wird.

Will man jedoch von dieser Tafel keinen Gebrauch machen, so kann man durch eine zweckmässige Transformation obiger Ausdrücke (a) und (b) eine für die numerische Rechnung bequemere Form erhalten. Man erhält:

$$\frac{\partial v}{\partial e}=\frac{\operatorname{tg}\frac{1}{2}v}{10r^2}\{6q^2+3rq-4r^2\}$$

$$\frac{\partial r}{\partial e}=\frac{\operatorname{tg}^2\frac{1}{2}v}{10r}\{6q^2+3rq+r^2\}.$$

Wird nun eingeführt:

$$-\operatorname{tg}\frac{1}{2}v\{6q^2+3rq+r^2\}=H\sin H'$$

$$\{6q^2+3rq-4r^2\}=H\cos H',$$

so wird sofort

$$\frac{\partial\alpha\cos\delta}{\partial e}=\frac{H\operatorname{tg}\frac{1}{2}v}{10r\Delta}A\sin(A'+H'+u)$$

$$\frac{\partial\delta}{\partial e}=\frac{H\operatorname{tg}\frac{1}{2}v}{10r\Delta}B\sin(B'+H'+u).$$

In der nun folgenden Zusammenstellung ist alles für die praktische Anwendung Nothwendige zusammengestellt, und die eingeführten Constanten haben folgende Werthe:

$$\lg s = 5\cdot31443$$
$$\lg k = 3\cdot55001$$
$$\lg n = 0\cdot36222,$$

deren Bedeutung aus den Formeln unmittelbar klar ist. Es sei nur erwähnt, dass die Formeln schon so angesetzt sind, dass für $\partial\omega'$, $\partial\Omega'$ und $\partial i'$ das Bogenmass als Einheit angenommen ist, während ∂T, $\partial \log q$ und ∂e in Einheiten des Radius auszudrücken sind, wobei man sich nur im letzteren Falle noch darüber zu einigen hat, welche Decimale als Einheit angenommen wird, da es in der That sehr unbequem wäre, für T als Einheit den ganzen Tag und für $\partial \log q$ und ∂v die Einheit selbst einzuführen.

$$\cos(\alpha-\Omega')\cos i' = A \sin A'$$
$$\sin(\alpha-\Omega') = A \cos A'$$
$$\sin i' = M \sin M'$$
$$-\sin(\alpha-\Omega')\cos i' = M \cos M'$$
$$M \sin(M'+\delta) = B \sin B'$$
$$\cos(\alpha-\Omega')\sin\delta = B \cos B'$$
$$\cos(\alpha-\Omega') = C \sin C'$$
$$\sin(\alpha-\Omega')\cos i' = C \cos C'$$
$$\cos i' = D \sin D'$$
$$\sin(\alpha-\Omega')\sin i' = D \cos D'$$
$$sq \cos v = G \sin G'$$
$$\frac{3k(t-T)\sqrt{q}}{r\sqrt{2}} = G \cos G'$$
$$-\operatorname{tg}\frac{1}{2}v\,\{6q^2+3rq+r^2\} = H \sin H'$$
$$6q^2+3rq-4r^2 = H \cos H',$$

$$\frac{\partial\alpha\cos\delta}{\partial T} = -\frac{k\sqrt{2}}{\Delta\sqrt{r}} A \sin\left(A'+u-\frac{1}{2}v\right)$$
$$\frac{\partial\delta}{\partial T} = -\frac{k\sqrt{2}}{\Delta\sqrt{r}} B \sin\left(B'+u-\frac{1}{2}v\right)$$
$$\frac{\partial\alpha\cos\delta}{\partial\log q} = -\frac{nG}{\Delta} A \sin(A'+G'+u)$$
$$\frac{\partial\delta}{\partial\log q} = -\frac{nG}{\Delta} B \sin(B'+G'+u)$$

$$\frac{\partial\alpha\cos\delta}{\partial e} = \frac{s\,\mathrm{tg}\frac{1}{2}vH}{10\,r\Delta} A\sin(A' + H' + u)$$

$$\frac{\partial\delta}{\partial e} = \frac{s\,\mathrm{tg}\frac{1}{2}vH}{10\,r\Delta} B\sin(B' + H' + u)$$

$$\frac{\partial\alpha\cos\delta}{\partial\omega'} = \frac{r}{\Delta} A\sin(A' + u)$$

$$\frac{\partial\delta}{\partial\omega'} = \frac{r}{\Delta} B\sin(B' + u)$$

$$\frac{\partial\alpha\cos\delta}{\partial\Omega'} = \frac{r}{\Delta} C\sin(C + u)$$

$$\frac{\partial\delta}{\partial\Omega'} = -\frac{r}{\Delta} A\cos(A' + u)\sin\delta$$

$$\frac{\partial\alpha\cos\delta}{\partial i'} = -\frac{r}{\Delta}\sin u\cos(\alpha - \Omega')\sin i'$$

$$\frac{\partial\delta}{\partial i'} = \frac{r}{\Delta}\sin u\, D\sin(D' + \delta).$$

§. 6. Übergang auf die Ekliptik.

Da die Elemente für gewöhnlich auf die Ekliptik als Fundamentalebene bezogen werden, so muss man, nachdem die besten Äquatorialelemente erhalten worden sind, noch diese Übertragung ausführen; hiezu bieten sich folgende Formeln dar, bei denen dieselben Proben ihre Anwendung finden, wie im §. 2. Es ist mit Beibehaltung der in dieser Abhandlung gebrauchten Bezeichnungen

$$\sin\frac{1}{2}(\Omega + \sigma)\sin\frac{1}{2}i = \sin\frac{1}{2}(i' + \varepsilon)\sin\frac{1}{2}\Omega'$$

$$\cos\frac{1}{2}(\Omega + \sigma)\sin\frac{1}{2}i = \sin\frac{1}{2}(i' - \varepsilon)\cos\frac{1}{2}\Omega'$$

$$\sin\frac{1}{2}(\Omega - \sigma)\cos\frac{1}{2}i = \cos\frac{1}{2}(i' + \varepsilon)\sin\frac{1}{2}\Omega'$$

$$\cos\frac{1}{2}(\Omega - \sigma)\cos\frac{1}{2}i = \cos\frac{1}{2}(i' - \varepsilon)\cos\frac{1}{2}\Omega'$$

$$\pi = (\pi' - \sigma) - (\Omega' - \Omega).$$

Es wird jedoch nicht immer zweckmässig sein, sich dieser strengen Formeln zu bedienen, da ja die für Ω', i' und ω' gefundenen Verbesserungen meistens klein sein werden und man die für Ω', i' und ω' zugehörigen Werthe von Ω, i und ω ohnedies schon

kennt; desshalb wird auch hier die Anwendung der Differentialformeln mit Vortheil ausgeführt werden. Um hiezu die bequemsten Ausdrücke zu erlangen, dividirt man 1 durch 2 und 3 durch 4 der obigen Gleichungen, woraus folgt:

$$\operatorname{tg}\frac{1}{2}(\Omega+\sigma)=\frac{\sin\frac{1}{2}(i'+i)}{\sin\frac{1}{2}(i'-i)}\operatorname{tg}\frac{1}{2}\Omega'$$

$$\operatorname{tg}\frac{1}{2}(\Omega-\sigma)=\frac{\cos\frac{1}{2}(i'+i)}{\cos\frac{1}{2}(i'-i)}\operatorname{tg}\frac{1}{2}\Omega'.$$

Durch Differentiation von Ω und σ nach Ω' erhält man nach einigen Reductionen:

$$\frac{\partial\Omega}{\partial\Omega'}=\frac{\sin\Omega}{\sin\Omega'}\cos\sigma=\frac{\sin i'}{\sin i}\cos\sigma$$

$$\frac{\partial\sigma}{\partial\Omega'}=\frac{\sin\sigma}{\sin\Omega'}\cos\Omega=\frac{\sin\varepsilon}{\sin i}\cos\Omega.$$

Führt man nun ebenso die Reduction $\frac{\partial\Omega}{\partial i'}$ und $\frac{\partial\sigma}{\partial i'}$ durch, so wird

$$\frac{\partial\Omega}{\partial i'}=-\frac{\sin\sigma}{\sin i}, \text{ und } \frac{\partial\sigma}{\partial i'}=-\sin\sigma\operatorname{cotg} i.$$

Aus: $\sin i=\frac{\sin i'\sin\Omega'}{\sin\Omega}$ folgt aus der Differentiation und gehöriger Substitution obiger Werthe:

$$\frac{\partial i}{\partial\Omega'}=\sin i'\sin\sigma,\quad \frac{\partial i}{\partial i'}=\cos\sigma.$$

Es ist also zur Berechnung der Differentialquotienten folgendes Tableau:

$$\partial\Omega=\frac{\sin\Omega}{\sin\Omega'}\cos\sigma\,\partial\Omega'-\frac{\sin\sigma}{\sin i}\partial i'$$

$$\partial\sigma=\frac{\sin\sigma}{\sin\Omega'}\cos\Omega\,\partial\Omega'-\frac{\sin\sigma}{\sin i}\cos i\,\partial i'$$

$$\partial i=\sin i'\sin\sigma\,\partial\Omega'+\cos\sigma\,di'$$

$$\partial\omega=\partial\omega'-\partial\sigma,$$

wo nun schliesslich zu bemerken ist, dass bei der Berechnung der Werthe für $\frac{\partial\Omega}{\partial\Omega'}$ und $\frac{\partial\sigma}{\partial\Omega'}$ bisweilen mit Vortheil die oben angesetzte zweite Form eingeführt wird.

Über die Bahn des Planeten (64)

Von **Theodor Oppolzer.**

Um die in der vorausgehenden Abhandlung entwickelten Formeln durch passende Beispiele zu erläutern, wähle ich zur Anwendung der Differentialformeln für Planetenbahnen den Planeten (64); die für nahe parabolische Bahnen entwickelten Ausdrücke werden bei der definitiven Bahnbestimmung des Kometen I. 1861 zu Hilfe genommen und ich habe die betreffende Rechnung als dritten Abschnitt angehängt.

Im XLVII. Bande der Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Classe der kais. Akad. der Wissenschaften in Wien habe ich eine Bahnbestimmung des verloren gegangenen Planeten (64) aus den Beobachtungen der ersten Opposition versucht, um die Wiederauffindung dieses Himmelskörpers in der dritten Opposition zu ermöglichen. Dieser Versuch war in der That nicht erfolglos. Der Planet wurde an mehreren Orten, unabhängig von einander, wieder aufgefunden; der Grund für diese mehrfache Auffindung dürfte wohl in der verhältnissmässig nahen Übereinstimmung zu suchen sein, die sich zwischen meiner Rechnung und der Beobachtung zeigte; die Abweichung meiner Ephemeride war nämlich in Rectascension etwas mehr als eine halbe Zeitminute, in Declination betrug dieser Fehler der Ephemeride nicht ganz vier Bogenminuten. Die Auffindung gelang zuerst dem Director der Clintoner Sternwarte Prof. C. H. F. Peters, und zwar schon am 22. Juli 1863. Ohne noch von dieser Entdeckung in Kenntniss gesetzt zu sein, habe ich den Planeten am 10. August aufgefunden und ebenso hat Dr. R. Luther, Director der Sternwarte in Bilk, den Planeten am 12. August constatirt.

Da es nach der Wiederauffindung des Planeten von Interesse war, sogleich verbesserte Elemente zu erhalten und ausserdem eine scharfe Ephemeride wünschenswerth erschien, so habe ich ein

Elementensystem hergeleitet, das beide Erscheinungen befriedigend verbindet. Dasselbe findet sich veröffentlicht in Nr. 1433 der astronomischen Nachrichten; ich wählte zu dieser Berechnung vier Orte aus der ersten Opposition (Nr. 1, 3, 4, 6 der vorerwähnten Bahnbestimmung) aus, fasste die Clintoner Julibeobachtungen zu einem Orte zusammen, während ich meine Augustbeobachtung als isolirten Ort zu benützen gezwungen war, da der starke Gang des Ephemeridenfehlers eine Vereinigung dieser Beobachtungen zu einem Normalorte nicht rathsam erscheinen liess. Da ich bei dieser Bahnverbesserung denselben Weg einschlug, den ich bei meiner früheren Bahnbestimmung verfolgte, so erhielt ich zunächst die Elemente, bezogen auf den mittleren Äquator 1861·0; da jedoch in der Folge diese Elemente gebraucht werden, während die Ekliptikalelemente nicht zur weiteren Rechnung erforderlich sind, so theile ich blos die erstern hier mit. Der Osculationspunkt und die Epoche ist der 28·0 Mai 1861 mittl. Berl. Zt.:

$$
\begin{aligned}
M &= 59°13'15''1\\
\pi &= 123\ 30\ 59·7\\
\Omega &= 357\ 33\ 58·0\\
i &= 24\ 21\ \ 4·4\\
\varphi &= 7\ 25\ \ 2·3\\
\mu &= 808''4808\\
\log a &= 0·4282246
\end{aligned}
$$

Mit Berücksichtigung der Jupiter- und Saturnstörungen wurde aus diesem Elemente die folgende Ephemeride für die Opposition des Jahres 1863 erhalten; sie gilt für 12ʰ Berl. Zt.

1863	App. α	App. δ	Log Δ	Aberrtzt.
Juli 22	0ʰ24ᵐ55ˢ13	+3°46'23''9	0·3728	19ᵐ35ˢ
„ 23	25 9·09	48 31·8	0·3703	28
„ 24	25 21·84	50 32·1	0·3678	21
„ 25	25 33·38	52 24·9	0·3653	15
„ 26	25 43·70	54 10·0	0·3629	8
„ 27	25 52·79	55 47·4	0·3605	19 2
„ 28	26 0·63	57 17·0	0·3580	18 55
„ 29	26 7·22	58 38·7	0·3556	49
„ 30	26 12·55	+3 59 52·5	0·3531	42
„ 31	26 16·60	+4 0 58·2	0·3507	36
August 1	26 19·37	+4 1 55·8	0·3483	30

1863		App. α	App. δ	Log Δ	Aberrtzt.
August	2	0h 26m 20s 84	+4° 2' 45"2	0·3459	18m 24s
„	3	26 21·01	3 26·4	0·3435	18
„	4	26 19·87	3 59·2	0·3411	13
„	5	26 17·39	4 23·6	0·3387	6
„	6	26 13·57	4 39·5	0·3363	18 0
„	7	26 8·41	4 46·9	0·3339	17 54
„	8	26 1·91	4 45·6	0·3316	48
„	9	25 54·07	4 35·9	0·3293	42
„	10	25 44·87	4 17·5	0·3270	36
„	11	25 34·30	3 50·2	0·3247	31
„	12	25 22·37	3 14·0	0·3224	26
„	13	25 9·08	2 29·0	0·3202	20
„	14	24 54·43	1 35·3	0·3180	15
„	15	24 38·42	+4 0 33·0	0·3158	10
„	16	24 21·07	+3 59 21·9	0·3136	5
„	17	24 2·38	58 2·1	0·3114	17 0
„	18	23 42·35	56 33·5	0·3093	16 55
„	19	23 21·00	54 56·4	0·3072	50
„	20	22 58·34	53 10·5	0·3052	45
„	21	22 34·38	51 16·0	0·3032	40
„	22	22 9·13	49 13·1	0·3012	35
„	23	21 42·61	47 1·6	0·2992	31
„	24	21 14·83	44 41·6	0·2974	27
„	25	20 45·81	42 13·3	0·2954	23
„	26	20 15·58	39 36·7	0·2936	19
„	27	19 44·15	36 52·0	0·2918	15
„	28	19 11·54	33 59·3	0·2901	11
„	29	18 37·77	30 58·6	0·2884	7
„	30	18 2·87	27 50·1	0·2867	16 3
„	31	17 26·85	24 33·9	0·2851	15 59
Sept.	1	16 49·75	21 10·2	0·2835	56
„	2	16 11·59	17 38·9	0·2820	53
„	3	15 32·39	14 0·3	0·2805	50
„	4	14 52·19	10 14·5	0·2791	47
„	5	14 11·03	6 21·8	0·2777	44
„	6	13 28·94	+3 2 22·3	0·2764	41
„	7	12 45·96	+2 58 16·5	0·2751	38
„	8	12 2·12	54 4·4	0·2739	35
„	9	11 17·48	49 46·3	0·2727	33
„	10	10 32·07	45 22·3	0·2716	30
„	11	9 45·95	40 53·0	0·2706	28
„	12	8 59·16	36 18·4	0·2696	26
„	13	8 11·75	31 38·9	0·2687	24
„	14	7 23·76	26 54·8	0·2679	22
„	15	6 35·26	22 6·4	0·2672	20
„	16	5 46·29	17 14·2	0·2665	19
„	17	4 56·29	12 18·3	0·2658	18
„	18	4 7·19	7 19·2	0·2652	18
„	19	3 17·16	+2 2 17·0	0·2647	17
„	20	0h 2m 26s 89	+1° 57' 12"3	0·2642	16

1863	App. α	App. δ	Log Δ	Aberrtzt.
Sept. 21	0h 1m 36s 43	+1°52' 5"3	0·2638	15m 15s
„ 22	0 0 45·84	46 56·4	0·2635	14
„ 23	23 59 55·17	41 45·9	0·2633	13
„ 24	59 4·48	36 34·3	0·2631	12
„ 25	58 13·82	31 21·8	0·2630	12
„ 26	57 23·25	26 8·8	0·2630	12
„ 27	56 32·81	20 55·8	0·2630	12
„ 28	55 42·57	15 42·9	0·2631	12
„ 29	54 52·57	10 30·6	0·2632	12
„ 30	55 2·87	5 19·2	0·2635	13
Octob. 1	53 13·53	+1 0 8·8	0·2638	13
„ 2	52 24·59	+0 55 0·1	0·2641	14
„ 3	51 36·11	49 53·6	0·2645	15
„ 4	50 48·15	44 49·4	0·2650	16
„ 5	50 0·75	39 47·9	0·2656	17
„ 6	49 13·97	34 49·5	0·2662	18
„ 7	48 27·86	29 54·5	0·2668	20
„ 8	47 42·48	25 3·3	0.2675	21
„ 9	46 57·86	20 16·2	0·2683	23
„ 10	46 14·06	15 33·4	0·2692	25
„ 11	45 31·13	10 55·2	0·2701	27
„ 12	44 49·12	6 21·9	0·2711	29
„ 13	44 8·06	+0 1 54·0	0·2721	31
„ 14	43 28·01	—0 2 28·3	0·2732	33
„ 15	42 48·99	6 44·9	0·2744	36
„ 16	42 11·05	10 55·2	0·2756	39
„ 17	41 34·22	15 58·9	0·2769	42
„ 18	40 58·55	18 55·9	0·2782	45
„ 19	40 24·06	22 45·9	0·2796	48
„ 20	39 50·79	26 28·8	0 2810	51
„ 21	39 18·76	30 4·5	0·2825	54
„ 22	38 47·99	33 32·8	0·2840	15 57
„ 23	38 18·51	36 53·4	0·2855	16 1
„ 24	37 50·34	40 6·2	0·2871	4
„ 25	37 23·49	43 11·1	0·2887	8
„ 26	36 57·99	46 17·9	0·2904	11
„ 27	36 35·85	48 56·6	0·2921	15
„ 28	36 11·09	51 36·9	0·2938	19
„ 29	35 49·72	54 8·7	0·2956	23
„ 30	35 29·76	56 32·0	0·2974	27
„ 31	35 11·21	—0 58 46·7	0·2993	32
Nov. 1	34 54·09	—1 0 52·6	0·3012	36
„ 2	34 38·40	2 49·7	0·3031	40
„ 3	34 24·16	4 37·9	0·3051	44
„ 4	34 11·37	6 17·2	0·3071	49
„ 5	34 0·04	7 47·4	0·3091	54
„ 6	33 50·18	9 8·5	0·3111	16 59
„ 7	33 41·79	10 20·5	0·3131	17 4
„ 8	33 34·87	11 23·4	0·3152	9
„ 9	23h 33m 29s 43	—1°12'17"0	0·3173	17m 14s

1863		App. α	App. δ	Log Δ	Aberrtzt.
Nov.	10	23ʰ33ᵐ25ˢ47	—1°13' 1"3	0·3194	17ᵐ19ˢ
„	11	33 22·98	13 36·4	0·3215	24
„	12	33 21·97	14 2·2	0·3237	29
„	13	33 22·43	14 18·8	0·3258	34
„	14	33 24·35	14 26·2	0·3280	39
„	15	33 27·73	14 24·4	0·3302	44
„	16	33 32·56	14 13·5	0·3324	50
„	17	33 38·83	13 53·4	0·3346	17 55
„	18	33 46·53	13 24·2	0·3369	18 0
„	19	33 55·65	12 46·0	0·3391	6
„	20	34 6·19	11 58·9	0·3414	12
„	21	34 18·12	11 2·9	0·3436	17
„	22	34 31·44	9 58·0	0·3459	23
„	23	34 46·13	8 44·3	0·3481	29
„	24	35 2·17	7 21·8	0·3504	35
„	25	35 19·56	5 50·7	0·3526	41
„	26	35 38·28	4 11·1	0·3549	47
„	27	35 58·32	2 23·0	0·3572	53
„	28	36 19·67	—1 0 26·4	0·3595	18 59
„	29	36 42·31	—0 58 21·4	0·3618	19 5
„	30	37 6·23	56 8·0	0·3641	11
Dec.	1	37 31·41	53 46·4	0·3664	17
„	2	37 57·85	51 16·6	0·3686	23
„	3	38 25·53	48 38·7	0·3709	29
„	4	38 54·44	45 52·8	0·3731	35
„	5	39 24·56	42 59·0	0·3754	41
„	6	39 55·87	39 57·3	0·3776	48
„	7	40 28·37	36 47·8	0·3799	19 54
„	8	41 2·05	33 30·5	0·3821	20 0
„	9	41 36·89	30 5·6	0·3844	6
„	10	42 12·88	26 33·0	0·3866	12
„	11	42 50·00	22 53·0	0·3888	19
„	12	43 28·24	19 5·5	0·3910	25
„	13	44 7·58	15 10·8	0·3932	31
„	14	23ʰ44ᵐ48ˢ01	—0°11' 8"9	0·3954	20ᵐ37ˢ

Um nun zur Bahnverbesserung schreiten zu können, war es nöthig, Normalorte für diese dritte Erscheinung sich zu bilden, hierbei schien es nicht unerlässlich, alle bis jetzt bekannten Beobachtungen zu benützen, da diese Bahnbestimmung nach Allem durchaus keine definitive sein kann; ich wählte daher blos die folgenden Beobachtungen aus, die ich in drei Normalorte zusammenfasste, und verglich dieselben mit meiner Ephemeride; beifolgende Übersicht enthält das Resultat der Vergleichungen.

Nr.	1863	Ort	Ortszeit	Beobachtet α	Par.	Beobachtet δ	Par.	Berechnet α	Berechnet δ	B—R δα	B—R δδ
1	Juli 22	Clinton . . .	13h 54m 5s	0h 24m 59s·41	−0s·11	+3° 46' 57"·2	+ 2"·4	0h 24m 59s·62	+3° 47' 4"·7	−0s·32	−5"·1
2	„ 26	„	13 40 4	0 25 26·42	−0·11	+3 54 33·8	+ 2·5	0 25 46·58	+3 54 40·3	−0·27	−4·0
3	August 10	Josephstadt .	12 52 19	0 25 44·62	−0·10	+4 4 7·0	+ 2·8	0 25 44·71	+4 4 17·1	−0·19	−7·3
4	„ 10	„	13 49 24	0 25 44·19	−0·06	+4 4 10·1	+ 2·8	0 25 44·32	+4 4 16·2	−0·19	−3·3
5	Sept. 27	Leipzig . .	12 23 23	23 56 31·80	+0·04	+1 20 47·5	+ 3·6	23 56 32·39	+1 20 55·2	−0·55	−2·1
6	„ 29	Washington .	10 11 22	23 54 44·02	−0·07	+1 9 37·2	+ 2·8	23 54 44·34	+1 9 39·1	−0·39	+0·9
7	„ 30	Leipzig . .	11 40 9	23 54 3·49	+0·02	+1 5 18·4	+ 3·6	23 54 3·94	+1 15 25·9	−0·43	−3·9
8	Octob. 3	„	11 15 52	23 51 37·45	+0·01	+0 49 59·8	+ 3·6	23 51 37·96	+0 49 5·3	−0·50	−1·9
9	„ 4	„	13 4 27	23 50 46·20	+0·10	+0 44 33·8	+ 3·6	23 50 46·39	+0 44 38·2	−0·09	−0·8
10	„ 5	Josephstadt .	8 16 11	23 50 8·64	−0·13	. . . . .	. . .	23 50 8·97	. . . . .	−0·46	. . .
11	„ 5	Leipzig . .	10 28 18	23 50 4·26	−0·02	+0 40 5·4	+ 3·6	20 50 4·12	+0 40 9·4	(+0·12)	−0·4
12	„ 5	Washington .	10 44 16	23 49 51·42	−0·01	+0 38 46·9	+ 2·9	23 49 51·91	+0 38 51·6	−0·50	−1·8
13	„ 7	Josephstadt .	8 45 14	23 48 34·72	−0·10	+0 30 32·4	+ 3·4	23 48 34·92	+0 30 39·7	−0·30	−3·9
14	„ 7	Leipzig . .	11 43 51	23 48 28·31	+0·05	+0 29 53·1	+ 3·6	23 48 28·73	+0 30 0·1	−0·37	−3·4
15	„ 8	Josephstadt .	9 25 10	23 47 47·56	−0·07	+0 25 34·8	+ 3·4	23 47 48·17	+0 25 39·9	−0·68	−1·7
16	„ 8	„	10 21 38	23 47 46·06	−0·01	+0 25 22·3	+ 3·4	23 47 46·40	+0 25 28·5	−0·35	−2·8
17	„ 8	„	11 30 43	23 47 44·04	+0·05	+0 25 9·3	+ 3·4	23 47 44·24	+0 25 14·6	−0·15	−1·9
18	„ 8	Washington .	9 7 51	23 47 36·72	−0·09	+0 24 19·7	+ 2·5	23 47 37·04	+0 24 28·3	−0·41	−6·1
19	Nov. 26	Leipzig . .	6 50 40	23 35 33·81	−0·01	−1 4 42·1	+ 3·0	23 35 33·95	−1 4 34·3	−0·15	−4·8
20	„ 27	„	6 59 19	23 35 53·49	−0·01	−1 2 34·3	+ 3·0	23 35 53·82	−1 2 27·4	−0·34	−3·9
21	„ 28	„	6 43 29	23 36 14·39	−0·02	−1 1 1·3	+ 3·0	23 36 14·64	−1 0 54·0	−0·27	−4·3
22	„ 29	Josephstadt .	7 2 26	23 36 36·59	0·00	−0 58 53·4	+ 2·8	23 36 37·03	−0 58 50·7	−0·44	+0·1
23	Dec. 1	Leipzig . .	7 15 59	23 37 25·66	+0·01	−0 54 18·0	+ 2·9	23 37 26·07	−0 53 16·5	−0·40	+1·4
24	„ 2	„	6 54 4	23 37 51·52	0·00	−0 51 53·2	+ 2·9	23 37 51·84	−0 51 50·7	−0·32	+0·4

Bildet man nun nach diesen Angaben drei Normalorte und reducirt Alles auf den mittleren Äquator 1861·0, so erhält man, wenn man die bei der früheren Bahnbestimmung als 1, 3 und 6 bezeichneten Orte hier ebenfalls ansetzt, folgende sechs Normalorte, denen die Bahn möglichst anzuschliessen ist.

	Mittl. Berl. Zeit			α	δ
I.	1861.	März . . .	15·0	178°51'28"3	− 1°16'29"9
II.	„	April . .	10·5	173 47 25·9	+ 0 49 0·3
III.	„	Juni . . .	17·0	177 50 27·9	− 0 34 34·8
IV.	1863.	August . .	1·5	6 32 31·8	+ 4 0 53·4
V.	„	October . .	3·5	357 51 35·2	+ 0 48 50·1
VI.	„	November .	29·5	354 8 3·0	− 0 59 27·4

Es muss jedoch hier erwähnt werden, dass an die drei ersten Orte die Störungen schon angebracht sind, während bei den drei letzten Orten die Störungen erst dadurch in Rechnung gebracht werden, dass man die entsprechenden Störungswerthe zu den Sonnencoordinaten addirt.

Bei diesen Normalorten lässt das Eingangs erwähnte Elementensystem die folgenden Fehler übrig, die hier im Sinne der Beobachtung — Rechnung angesetzt sind.

	Mittl. Berl. Zeit			∂α	∂δ
I.	1861.	März . . .	15·0	− 2"79	+ 2"90
II.	„	April . . .	10·5	− 2·32	+ 1·32
III.	„	Juni . . .	17·0	− 0·41	+ 0·19
IV.	1863.	August . .	1·5	− 3·51	− 4·95
V.	„	October . .	3·5	− 5·87	− 2·58
VI.	„	November .	29·5	− 4·97	− 1·88

Demzufolge ist die Summe der Fehlerquadrate 129"6. Um nun diese Summe auf ein Minimum herabzubringen, stellte ich die folgenden Bedingungsgleichungen zwischen den Elementen und dem geocentrischen Ort auf; die hiebei benützten Formeln sind der vorausgehenden Abhandlung entlehnt; anstatt der Coëfficienten sind die Logarithmen derselben angesetzt.

$$0\cdot25867\,\partial M_0 + 0_n10392\,100\partial\upsilon + 0\cdot41791\,\partial\varphi + 0\cdot18519\,\partial\omega' + 0\cdot22567\,\partial\Omega' + 8\cdot30467\,\frac{\partial i'}{10} = 0_n44549$$

$$0_n91264 + 9\cdot73083 + 0_n07785 + 9_n84039\,\partial\omega' + 6\cdot97454\,\partial\Omega' = 0\cdot46240\,\frac{\partial i'}{10} + 8\cdot64906$$

$$0\cdot23002 + 0_n10712 + 0\cdot39237 + 0\cdot15728\,\partial\omega' + 0\cdot19838\,\partial\Omega'\quad 9_n89416\,\frac{\partial i'}{10} = 0_n36545$$

$$9_n88596 + 9\cdot73010 + 0_n05505 + 9_n81498\,\partial\omega' + 7\cdot59815\,\partial\Omega' + 0_n23954\,\frac{\partial i'}{10} = 0\cdot12057$$

$$0\cdot02264 + 9_n67462 + 0\cdot24538 + 9\cdot96580\,\partial\omega' + 0\cdot00609\,\partial\Omega' + 0_n26495\,\frac{\partial i'}{10} = 9_n61269$$

$$9_n68079 + 9\cdot30058 + 9_n90581 + 9_n62510\,\partial\omega' + 7_n60662\,\partial\Omega + 0_n60925\,\frac{\partial i'}{10} = 9\cdot27875$$

$$9\cdot99701 + 0\cdot92970 + 0_n25603 + 0\cdot05322\,\partial\omega' + 0\cdot09544\,\partial\Omega' + 9\cdot84651\,\frac{\partial i'}{10} = 0_n54424$$

$$9\cdot64638 + 0\cdot57897 + 9_n90526 + 9\cdot70264\,\partial\omega' + 8_n39644\,\Omega\partial' + 0_n19723\,\frac{\partial i'}{10} = 0_n69461$$

$$0\cdot09162 + 1\cdot01787 + 0_n35674 + 0\cdot14484\,\partial\omega' + 0\cdot18527\,\partial\Omega' + 9_n71421\,\frac{\partial i'}{10} = 0_n76860$$

$$9\cdot74975 + 0\cdot67887 + 0_n01712 + 9\cdot80147\,\partial\omega' + 7\cdot17983\,\partial\Omega + 0\cdot05848\,\frac{\partial i'}{10} = 0_n41162$$

$$9\cdot96239 + 0\cdot88959 + 0_n25136 + 0\cdot01055\,\partial\omega' + 0\cdot05249\,\partial\Omega' + 0_n14367\,\frac{\partial i'}{10} = 0_n69629$$

$$9\cdot62245 + 0\cdot55237 + 9_n91202 + 9\cdot66907\,\partial\omega' + 7_n81383\,\partial\Omega' + 0\cdot48888\,\frac{\partial i'}{10} = 0_n27416$$

Die fünfte Decimale dieser Coëfficienten wird im Durchschnitte nicht sehr fehlerhaft sein, die vierte Decimale wird stets verbürgt werden können, soweit es die der Rechnung zu Grunde gelegten Zahlen gestatten. — Behandelt man nun diese Gleichungen nach der Methode der kleinsten Quadrate, so erhält man die unten angesetzten Bestimmungsgleichungen; die daraus zu bestimmenden Verbesserungen der Elemente werden einen überaus guten Anschluss an die Beobachtungen hervorbringen, da die Summe der Fehlerquadrate durch sie auf 3″8 herabsinken soll. Man hat zu dieser

Bestimmung folgende Relationen, in denen statt der Coëfficienten wieder ihre Logarithmen angesetzt sind.

$$1\cdot10774 \,.\, \partial M_0 + 1\cdot45271 \,.\, 100\partial\mu + 0\cdot74145 \,.\, \partial\varphi + 1\cdot08003 \,.\, \partial\omega' +$$
$$+ 1\cdot03939 \,.\, \partial\Omega' + 8\cdot53529 \,.\, \frac{\partial i'}{10} = 1_n51352$$

$$1\cdot45271 \qquad + 2\cdot46991 \,.\, 100\partial\mu + 1_n86047 \,.\, \partial\varphi + 1\cdot52732 \,.\, \partial\omega' +$$
$$+ 1\cdot48525 \,.\, \partial\Omega' + 9\cdot59329 \,.\, \frac{\partial i'}{10} = 2_n19983$$

$$0\cdot74145 \qquad + 1_n86047 \,.\, 100\partial\mu + 1\cdot52382 \,.\, \partial\varphi + 0\cdot41592 \,.\, \partial\omega' +$$
$$+ 0\cdot37317 \,.\, \partial\Omega' + 8\cdot38917 \,.\, \frac{\partial i'}{10} = 1\cdot25174$$

$$1\cdot08003 \qquad + 1\cdot52732 \,.\, 100\partial\mu + 0\cdot41592 \,.\, \partial\varphi + 1\cdot06057 \,.\, \partial\omega' +$$
$$+ 1\cdot01985 \,.\, \partial\Omega' + 8\cdot55267 \,.\, \frac{\partial i'}{10} = 1_n52092$$

$$1\cdot03939 \qquad + 1\cdot48525 \,.\, 100\partial\mu + 0\cdot37317 \,.\, \partial\varphi + 1\cdot01985 \,.\, \partial\omega' +$$
$$+ 1\cdot06152 \,.\, \partial\Omega' + 0_n65603 \,.\, \frac{\partial i'}{10} = 1_n44077$$

$$8\cdot53529 \qquad + 9\cdot59329 \,.\, 100\partial\mu + 8\cdot38917 \,.\, \partial\varphi + 8\cdot55267 \,.\, \partial\omega' +$$
$$+ 0_n65603 \,.\, \partial\Omega' + 1\cdot59711 \,.\, \frac{\partial i'}{10} = 0\cdot78735$$

Diesen Gleichungen genügt das folgende System von Verbesserungen:

$$\begin{aligned}
\partial M_0 &= + \;\; 2''567 \\
\partial\mu &= + \;\; 0\cdot01918 \\
\partial\varphi &= + \;\; 5\cdot240 \\
\partial\omega' &= - \; 14\cdot555 \\
\partial\Omega' &= + \;\; 2\cdot392 \\
\partial i' &= + \;\; 4\cdot176
\end{aligned}$$

Substituirt man diese Werthe in die Bedingungsgleichungen und bildet die Summe der Fehlerquadrate, so erhält man in vollkommener Übereinstimmung mit dem vorher bestimmten Werth

$$\Sigma\,(f^2) = 3''9$$

und die Darstellung der Orte wird zu Folge:

	Substitution.		Directer Rechg.	
	$\partial\alpha$	$\partial\delta$	$\partial\alpha$	$\partial\delta$
1	− 0″5	+ 0·1	− 0·5	+ 0·2
2	+ 0·3	− 0·6	+ 0·3	− 0·6
3	+ 0·4	+ 0·8	+ 0·3	+ 0·9
4	+ 0·3	− 1·1	+ 0·3	− 1·1
5	− 0·2	+ 1·0	− 0·2	+ 0·8
6	− 0·1	0·0	− 0·1	0·0

Die zugehörigen Elemente, die ich gleich bezogen auf die mittlere Ekliptik des 28·0 Mai 1861 mittl. Berl. Zeit, hier ansetze, sind (die Osculation gilt für denselben Zeitmoment):

$$
\begin{aligned}
\text{Epoche} &= 28\cdot0 \text{ Mai 1861 mittl. Berl. Zeit.}\\
L &= 182°56'56''55\\
M &= 59\ 13\ 17\cdot67\\
\pi &= 123\ 43\ 38\cdot88\\
\Omega &= 311\ \ 7\ 25\cdot44\\
i &= 1\ 19\ 53\cdot57\\
\varphi &= 7\ 25\ \ 7\cdot54\\
\mu &= 808''49998\\
\log a &= 0\cdot4282177
\end{aligned}
$$

Um nun für die Ephemeriden des Jahres 1865 einen guten Anschluss an die Beobachtungen zu erhalten, wurden die Störungsrechnungen weiter fortgeführt; ich theile hier im Anschluss an meine erste Abhandlung über diesen Planeten hier die Störungscomponenten mit, die ich bei Berücksichtigung des Jupiter und Saturn erhielt; dieselben beziehen sich auf die Ekliptik des Jahres 1860 und sind in Einheiten der siebenten Decimale angesetzt.

Datum			ξ	η	ζ
1863.	December	24	− 16771	+ 34666	− 87
1864.	Februar	2	− 20025	+ 33977	− 193
	März	13	− 22823	+ 32459	− 300
	April	22	− 24858	+ 30234	− 398
	Juni	1	− 25846	+ 27552	− 478
	Juli	11	− 25576	+ 24798	− 528
	August	20	− 23979	+ 22471	− 538
	September	29	− 21201	+ 21127	− 501
	November	8	− 17619	+ 21278	− 415
	December	18	− 13845	+ 23275	− 286
1865.	Jänner	27	− 10637	+ 27189	− 126
	Februar	16	− 8746	+ 32760	+ 47
	März	28	− 8768	+ 39416	+ 212
	April	7	− 11011	+ 46377	+ 350
	Juni	16	− 15435	+ 52806	+ 445

Da die Störungen schon anfangen beträchtlich zu werden, und dadurch die Berechnung nicht mehr so leicht durch Differenzen geprüft werden kann, schien es mir zweckmässig, die Störungen auf die Elemente zu übertragen, hierdurch wird auch die Berechnung der weiter unten folgenden Ephemeriden bedeutend kürzer;

den neuen Osculationspunkt legte ich auf den 7·0 Jänner 1865, Berl. Zeit; aus obigen Elementen erhält man folgenden Ort und Geschwindigkeiten für diesen Zeitmoment:

$$x = -\ 1\cdot099\,688$$
$$y = +\ 2\cdot063\,741$$
$$z = +\ 0\cdot012\,232$$

$$\frac{dx}{dt} = -\ 0\cdot0104\,7853$$
$$\frac{dy}{dt} = -\ 0\cdot0057\,2993$$
$$\frac{dz}{dt} = -\ 0\cdot0002\,7095,$$

wozu bemerkt werden muss, dass die Fundamentalebene die mittlere Ekliptik des Jahres 1860·0 ist; aus diesen Grössen ergeben sich die folgenden Elemente:

Osculat und Epoche = 7·0 Jänner 1865 mittl. Berl. Zt.

$$\begin{aligned} L &= 119^\circ 24' 20''\!\cdot\!2 \\ M &= 355\ 46\ 14\cdot1 \\ \pi &= 123\ 38\ \ 6\cdot1 \\ \Omega &= 311\ \ 9\ 14\cdot1 \\ i &= \ \ 1\ 19\ 52\cdot2 \\ \varphi &= \ \ 7\ 21\ 57\cdot4 \\ \mu &= 808''\!\cdot\!2954 \\ \log a &= 0\cdot428291. \end{aligned}$$

(π, Ω, i:) mittl. Äquinoctium 7. Januar.

Für die Äquatorconstanten, denen das mittlere Äquinoctium 1865·0 zu Grunde gelegt ist, wird

$$x = \overline{0\cdot425737}\ \sin\,(E + 213^\circ 51' 42''\!\cdot\!4) + 0\cdot190392$$
$$y = \overline{0\cdot386830}\ \sin\,(E + 122\ 58\ 19\cdot8) - 0\cdot262099$$
$$z = \overline{0\cdot042324}\ \sin\,(E + 125\ 37\ 56\cdot4) - 0\cdot114868.$$

Nach diesen Elementen findet die nächste Opposition des Planeten am 21·99 Jänner 1865 Statt, während der Planet am 25·83 Jänner sein Perihel erreicht. Es ist demnach diese Opposition in Bezug auf Helligkeit des Planeten eine der günstigsten. Schliesslich theile ich noch die Ephemeriden für das Jahr 1865 mit, und zwar ist die erste von diesen die Oppositionsephemeride, sie gibt für Berliner Mitternacht den wahren geocentrischen Ort an; die zweite Ephemeride ist eine Jahresephemeride und gibt den Ort des Planeten genähert für den je 10. Mittag Berliner Zeit.

(64) Oppositionsephemeride.

1865	Geoc. *A. R.*	Geoc. Decl.	Log Δ	Log *r*	Aberrtzt.
Jänner 0·5	8h 38m 5s·57	+19° 5' 22"·8	0·151472	0·369117	11m 46s
„ 1·5	37 25·25	7 19·5	0·149757	0·369085	11 43
„ 2·5	36 43·41	9 20·7	0·148107	0·369054	11 40
„ 3·5	36 0·10	11 26·2	0·146524	0·369025	11 37
„ 4·5	35 15·37	13 35·6	0·145011	0·368997	11 35
„ 5·5	34 29·27	15 48·8	0·143569	0·368970	11 33
„ 6·5	33 41·85	18 5·3	0·142201	0·368944	11 31
„ 7·5	32 53·17	30 24·9	0·140908	0·368920	11 29
„ 8·5	32 3·31	22 47·1	0·139690	0·368897	11 27
„ 9·5	31 12·31	25 11·7	0·138551	0·368875	11 25
„ 10·5	30 20·25	27 38·5	0·137489	0·368855	11 23
„ 11·5	29 27·19	30 7·2	0·136509	0·368836	11 22
„ 12·5	28 33·21	32 37·5	0·135609	0·368818	11 20
„ 13·5	27 38·38	35 9·3	0·134790	0·368801	11 19
„ 14·5	26 42·79	37 42·4	0·134054	0·368786	11 18
„ 15·5	25 46·50	40 16 3	0·133401	0·368772	11 17
„ 16·5	24 49·60	42 50·8	0·132833	0·368759	11 16
„ 17·5	23 52·15	45 25·5	0·132352	0·368748	11 15
„ 18·5	22 54·25	48 0·1	0·131957	0·368738	11 15
„ 19·5	21 55·98	50 34·3	0·131651	0·368729	11 14
„ 20·5	20 57·42	53 7·7	0·131432	0·368722	11 14
☍ 21·5	19 58·66	55 40·1	0·131300	0·368716	11 14
22·5	18 59·79	+19 58 11·3	0·131256	0·368712	11 13
„ 23·5	18 0·90	+20 0 40·9	0·131301	0·368708	11 14
„ 24·5	17 2·09	3 8·6	0·131433	0·368706	11 14
„ 25·5	16 3·45	5 34·1	0·131654	0·368705	11 14
„ 26·5	15 5·06	7 57·3	0·131961	0·368705	11 15
„ 27·5	14 7·03	10 18·1	0·132356	0·368707	11 15
„ 28·5	13 9·45	12 36·2	0·132838	0·368709	11 16
„ 29·5	12 12·42	14 51·3	0·133405	0·368713	11 17
„ 30·5	11 16·01	17 3·2	0·134058	0·368719	11 18
„ 31·5	10 20·32	19 11·6	0·134794	0·368726	11 19
Februar 1·5	9 25·41	21 16·4	0·135614	0·368733	11 20
„ 2·5	8 31·38	23 17·3	0·136514	0·368742	11 22
„ 3·5	7 38·30	25 14·1	0·137496	0·368753	11 23
„ 4·5	6 46·25	27 6·8	0·138556	0·368765	11 25
„ 5·5	5 55·29	28 55·2	0·139695	0·368778	11 27
„ 6·5	5 5·49	30 39·2	0·140909	0·368792	11 29
„ 7·5	4 16·92	32 18·8	0·142198	0·368808	11 31
„ 8·5	8h 3m 29s·64	+20° 33' 53"·9	0·143559	0·368843	11m 33s

1865	Geoc. A. R.	Geoc. Decl.	Log Δ	Log r	Aberrtzt.
Februar 9·5	8h 2m43s71	+20°35'24"5	0·144991	0·368843	11m35s
„ 10·5	1 59·20	36 50·6	0·146493	0·368862	11 38
„ 11·5	1 16·15	38 12·2	0·148060	0·368883	11 40
„ 12·5	8 0 34·61	39 29·0	0·149693	0·368905	11 43
„ 13·5	7 59 54·63	40 40·9	0·151391	0·368928	11 45
„ 14·5	59 16·24	41 47·9	0·153151	0·368953	11 48
„ 15·5	58 39·49	42 50·0	0·154971	0·368979	11 51
„ 16·5	58 4·42	43 47·2	0·156850	0·369006	11 55
„ 17·5	57 31·07	44 39·4	0·158786	0·369034	11 58
„ 18·5	56 59·49	45 26·7	0·160776	0·369065	12 1
„ 19·5	56 29·69	46 9·0	0·162820	0·369096	12 4
„ 20·5	56 1·72	46 46·3	0·164914	0·369128	12 8
„ 21·5	55 35·60	47 18·5	0·167058	0·369162	12 11
„ 22·5	55 11·37	47 45·6	0·169249	0·369196	12 15
„ 23·5	54 49·04	48 7·7	0·171486	0·369231	12 19
„ 24·5	54 28·64	48 24·7	0·173766	0·369267	12 23
„ 25·5	54 10·17	48 36·8	0·176087	0·369305	12 27
„ 26·5	53 53·66	48 43·9	0·178447	0·369345	12 31
„ 27·5	53 39·11	48 46·1	0·180845	0·369386	12 35
„ 28·5	53 26·52	48 43·4	0·183278	0·369428	12 39
März 1·5	53 15·91	48 35·9	0·185745	0·369472	12 44
„ 2·5	53 7·28	48 23·4	0·188243	0·369517	12 48
„ 3·5	53 0·64	48 5·9	0.190771	0·369564	12 52
„ 4·5	52 56·00	47 43·6	0·193326	0·369613	12 57
„ 5·5	7h52m53s37	+20°47'16"3	0·195907	0·369663	12m 2s

(64) ☍ ☉ Jänner 21. 23h40m5 m. Berl. Zt. Lichtstärke 2·03.

Grösse = 9·7 mag.

Jahresephemeride.

1865	α	δ	Log Δ	Log r
Jänner 0·0	8h38m26s	+ 19° 4'3	0·1523	0·3691
„ 10·0	8 30 47	19 26·4	0·1380	0·3689
„ 20·0	8 21 27	19 51·9	0·1315	0·3687
„ 30·0	8 11 44	20 15·9	0·1337	0·3687
Febr. 9·0	8 3 6	20 34·2	0·1442	0·3688
„ 19·0	7 56 44	20 45·8	0·1618	0·3691
März 1·0	7 53 21	20 48·7	0·1845	0·3695
„ 11·0	7 53 12	20 43·6	0·2105	0·3700
„ 21·0	7 56 12	20 30·5	0·2381	0·3706
„ 31·0	8 2 2	20 9·7	0·2662	0·3713

1865	α	δ	Log Δ	Log r
April 10·0	8h 10m 16s	+ 19°41'3	0·2934	0·3722
„ 20·0	8 20 32	19 5·3	0·3205	0·3732
„ 30·0	8 32 24	18 21·3	0·3459	0·3743
Mai 10·0	8 45 34	17 29·5	0·3698	0·3755
„ 20·0	8 59 45	16 29·9	0·3921	0·3768
„ 30·0	9 14 42	15 22·7	0·4128	0·3781
Juni 9·0	9 30 13	14 8·2	0·4319	0·3796
„ 19·0	9 46 9	12 47·0	0·4495	0·3812
„ 29·0	10 2 24	11 19·4	0·4655	0·3829
Juli 9·0	10 18 53	9 46·3	0·4801	0·3846
„ 19·0	10 35 30	+ 8 8·2	0·4931	0·3864
„ 29·0	10 52 14	6 25·8	0·5048	0·3883
August 8·0	11 9 2	4 40·1	0·5150	0·3902
„ 18·0	11 25 53	2 51·7	0·5239	0·3922
„ 28·0	11 42 46	+ 1 1·6	0·5313	0·3943
Sept. 7·0	11 59 41	− 0 49·7	0·5374	0·3964
„ 17·0	12 16 38	2 41·0	0·5422	0·3985
„ 27·0	12 33 36	4 31·7	0·5455	0·4007
Octob. 7·0	12 50 35	6 21·0	0·5474	0·4029
„ 17·0	13 7 36	8 7·8	0·5479	0·4051
„ 27·0	13 24 36	− 9 51·7	0·5469	0·4073
Nov. 6·0	13 41 34	11 31·5	0·5444	0·4095
„ 16·0	13 58 29	13 6·7	0·5404	0·4118
„ 26·0	14 15 18	14 36·6	0·5348	0·4140
Dec. 6·0	14 31 55	16 0·6	0·5276	0·4163
„ 16·0	14 48 18	17 18·0	0·5187	0·4185
„ 26·0	15 4 20	18 28·7	0·5082	0·4208
„ 36·0	15h 19m 52s	− 19°32'1	0·4960	0·4230

Bahnbestimmung des Kometen I. 1861.

Von **Theodor Oppolzer.**

Der erste Komet des Jahres 1861 wurde am 4. April 1861 vom Herrn Albert E. Thatcher auf der Privatsternwarte des Herrn Rutherford in New-York entdeckt; zur Zeit seiner Entdeckung war derselbe für das unbewaffnete Auge unsichtbar, doch die rasche Annäherung des Kometen an die Erde und Sonne bewirkte eine entsprechende Helligkeitszunahme, so zwar, dass derselbe anfangs Mai, d. i. zur Zeit seiner grössten Helligkeit für die Erde, etwas heller als ein Stern 4. mag. erschien. Ohne von der Entdeckung des Herrn Thatcher Kenntniss zu haben, fand Herr Bäker in Nauen diesen Kometen mit freiem Auge auf.

Die physischen Erscheinungen dieses Kometen werden ausführlicher von Herrn Prof. C. H. F. Peters in Clinton (Astr. Nachr. Nr. 1424) und H. Baxendell in Manchester (Proceedings of the literary and philosophical society of Manchester, vol. II) besprochen. Aus den übereinstimmenden Angaben der Beobachter geht zunächst hervor, dass der Komet keinen scharf begrenzten Kern zeigte, sondern nur eine beträchtliche Concentration gegen die Mitte hin, deren Grösse Peters am 17. April 20 Bogf. schätzt. Die Coma des Kometen bildete eine nahezu kreisrunde Scheibe, die anfänglich auf der der Sonne abgekehrten Seite eine Hervorragung zeigte, deren scheinbare Grösse Peters am 29. April 5 Minuten gross ansetzt, während er den Durchmesser der Nebelscheibe 14—15 Minuten schätzt, was einem Durchmesser von 32.000 Meilen entsprechen würde. Baxendell gibt für diesen Durchmesser vom 4. und 13. Mai resp. die Werthe 22 und 20 Minuten, woraus ein Durchmesser resp. von 44.000 und 48.000 folgen würde. Bei der überaus grossen Unsicherheit, mit der solche Angaben erhalten werden können, können diese Schwankungen wohl als Beobachtungsfehler gedeutet werden, um so mehr, wenn man bedenkt, welch' bedeutenden Einfluss kleine Änderungen in der Durchsichtigkeit der Atmosphäre in

diesem Falle nehmen; doch hat die Annahme, dass diese Vergrösserung eine reale sei, nichts gegen sich, da der Komet dem Perihel zueilte. Es wäre überhaupt wünschenswerth, wenn in dieser Rücksicht in geeigneten Fällen zahlreichere und genauere Messungen vorgenommen würden, als es bis jetzt geschieht. — Peters hebt ferner hervor, dass die Coma keine gleichmässig erhellte Scheibe bildete, die nur gegen die Mitte hin etwas heller erschien, sondern dass sich in derselben eine radiäre Streifung zeigte, die Ende April besonders deutlich hervortrat.

Die schon früher erwähnte, von Baxendell und Peters gleich beschriebene konische Hervorragung zog sich zu einem schwach leuchtenden Streifen von 2 Grad Länge aus, der in der Nähe des Kopfes des Kometen viel schmäler war als der letztere, während mit der Entfernung vom Kopfe dieser Schweif sich fächerartig ausweitete, so dass er schliesslich so breit war, als der Durchmesser der Coma. Die Verbindung zwischen Schweif und Coma war so schmal und schwach leuchtend, dass es das Aussehen gewann, als ob sich der Schweif vom Kopfe trennen wollte. Ob es in der That zu einer Theilung kam, ist eine Frage, die nicht entschieden werden kann; doch sprechen solche Beobachtungen mehr für die Ansicht, dass beim Biela'schen eine wirkliche Theilung statthatte, als für jene, nach der zum ursprünglichen Biela'schen Kometen ein zweiter hinzu gekommen ist.

Während der Sichtbarkeit dieses Kometen wurden zahlreiche Elemente desselben veröffentlicht, die meistens nur auf drei Beobachtungen beruhten, die der Zeit nach nicht sehr entfernt waren; die ersten genaueren Elemente hat der leider zu früh verstorbene Dr. Pape in Altona berechnet und hat sich hiedurch ein zweifaches Verdienst erworben. In seiner darauf bezüglichen Veröffentlichung (Astr. Nachr. 1312) macht er zuerst darauf aufmerksam, dass der Komet in einer entschieden elliptischen Bahn lauft, und dass ferner der Komet auch nach seinem Perihel wird auf der südlichen Halbkugel verfolgt werden können; durch rechtzeitige Mittheilung der Ephemeriden hat er die Sternwarten in Sant-Jago und am Cap der guten Hoffnung in Stand gesetzt, die Beobachtungen dieses Kometen bis in den August und September 1861 fortzuführen, wodurch nur eine genaue Bahnbestimmung möglich wurde; denn die Beobachtungen vor dem Perihel reichen nur vom

4. April bis 25. Mai und gestatten keinen ganz sicheren Schluss auf die Grösse der Excentricität.

Da ich mich zur definitiven Berechnung dieses Kometen entschlossen hatte, so habe ich, sobald mir die Beobachtungen der Cap-Sternwarte zukamen, Elemente abgeleitet, die sich auf drei Normalorte gründen, und zwar 14·5 April, 18·5 Mai und 4. September, um bald zur Kenntniss der Grösse der Abweichungen der Parabel zu gelangen. Ich wurde hiedurch auf das folgende Elementensystem geführt, welches ich in Nr. 1369 der Astr. Nachr. veröffentlicht habe.

$$
\begin{aligned}
T &= 3\cdot389890 \text{ Juni 1861, mittl. Zeit Greenw.}\\
\pi &= 243^\circ 22'\ 4''0 \\
\Omega &= \ \ 29\ 55\ 43\cdot1 \quad \text{mittl. Äquinoctium 1861·0}\\
i &= \ \ 79\ 45\ 27\cdot1 \\
\log q &= 9\cdot9641155\\
a &= 55\cdot6552\\
e &= 0\cdot9834572\\
\text{Umlaufszeit} &= 415\cdot2 \text{ Jahre.}
\end{aligned}
$$

Diese Elemente dienten mir als Grundlage für meine ferneren Untersuchungen. Zuerst wurde untenstehende Ephemeride gerechnet; die hierbei benützten Sonnenorte habe ich Leverrier's Sonnentafeln entlehnt, wie überhaupt alle Angaben betreffs der Sonne nach diesen Tafeln für die folgende Berechnung zu Grunde gelegt wurden. Die Ephemeride bezieht sich auf Greenwicher Zeit.

Ephemeride des Kometen I. 1861.

Datum	Scheinbare Rectascension	Scheinbare Declination	Log. Entfernung ☿ von ♁	Aberratzt.
1861. April 10·0	17ʰ11ᵐ14ˢ93	+58°58'35"2	9·85181	5ᵐ53ˢ9
„ 10·5	18 38·76	59 20 24·6	9·84516	5 48·5
„ 11·0	5 52·80	59 42 35·7	9·83842	5 43·1
„ 11·5	17 2 56·37	60 5 8·2	9·83161	5 37·8
„ 12·0	16 59 48·71	60 28 1·4	9·82471	5 32·5
„ 12·5	56 28·97	60 51 14·2	9·81773	5 27·2
„ 13·0	52 56·25	61 14 45·3	9·81068	5 21·9
„ 13·5	49 9·55	61 38 32·9	9·80354	5 16·6
„ 14·0	45 7·77	62 2 35·2	9·79632	5 11·4
„ 14·5	16ʰ40ᵐ49ˢ75	+62°26'49"8	9·78901	5ᵐ 6ˢ2

Datum		Scheinbare Rectascension	Scheinbare Declination	Log. Entfernung ☄ von ♁	Aberratzt.
1861. April	14·5	16ʰ40ᵐ49ˢ75	+62°26'49"8	9·78901	5ᵐ 6ˢ2
„	15·0	36 14·23	62 51 13·5	9·78163	5 1·0
„	15·5	31 19·84	63 15 42·7	9·77418	4 55·9
„	16·0	26 5·11	63 40 13·3	9·76664	4 50·9
„	16·5	20 28·45	64 4 39·9	9·75903	4 45·8
„	17·0	14 28·20	64 28 56·7	9·75135	4 40·8
„	17·5	8 2·60	64 52 56·5	9·74360	4 35·8
„	18·0	16 1 9·83	65 16 30·8	9·73578	4 30·9
„	18·5	15 53 48·01	65 39 29·6	9·72790	4 26·0
„	19·0	45 55·25	66 1 42·0	9·71996	4 21·2
„	19·5	37 29·73	66 22 54·8	9·71198	4 16·5
„	20·0	28 29·75	66 42 53·0	9·70394	4 11·8
„	20·5	18 53·79	67 1 19·6	9·69587	4 7·1
„	21·0	15 8 40·69	67 17 55·4	9·68777	4 2·5
„	21·5	14 57 49·71	67 32 19·4	9·67964	3 58·0
„	22·0	46 20·78	67 44 8·6	9·67151	3 53·6
„	22·5	34 14·56	67 52 57·9	9·66338	3 49·3
„	23·0	21 32·65	67 58 20·6	9·65526	3 45·1
„	23·5	14 8 17·68	67 59 49·2	9·64717	3 40·9
„	24·0	13 54 33·41	67 56 56·2	9·63913	3 36·9
„	24·5	40 24·71	67 49 14·1	9·63115	3 32·9
„	25·0	25 57·51	67 36 16·7	9·62325	3 29·1
„	25·5	13 11 18·58	67 17 40·7	9·61546	3 25·4
„	26·0	12 56 35·15	66 53 5·9	9·60780	3 21·8
„	26·5	41 54·74	66 22 15·8	9·60029	3 18·3
„	27·0	27 24·72	65 44 58·5	9·59296	3 15·0
„	27·5	12 13 11·90	65 1 7·1	9·58584	3 11·8
„	28·0	11 59 22·26	64 10 39·1	9·57896	3 8·8
„	28·5	46 0·82	63 13 37·7	9·57235	3 5·9
„	29·0	33 11·44	62 10 10·3	9·56605	3 3·3
„	29·5	20 56·85	61 0 27·5	9·56008	3 0·8
April	30·0	11 9 18·77	59 44 44·5	9·55449	2 58·5
Mai	0·5	10 58 17·94	58 23 19·0	9·54930	2 56·3
„	1·0	47 54·34	56 56 31·3	9·54456	2 54·4
„	1·5	38 7·32	55 24 44·4	9·54029	2 52·7
„	2·0	28 55·82	53 48 23·0	9·53652	2 51·2
„	2·5	20 18·28	52 7 53·6	9·53329	2 50·0
„	3·0	12 13·02	50 23 43·8	9·53061	2 48·9
„	3·5	10 4 38·22	48 36 22·5	9·52851	2 48·1
„	4·0	9 57 32·03	46 46 18·9	9·52701	2 47·5
„	4·5	9ʰ50ᵐ52ˢ54	+44°54' 3"0	9·52612	2ᵐ47ˢ2

Datum		Scheinbare Rectascension	Scheinbare Declination	Log. Entfernung ☄ von ♁	Aberratzt.
1861. Mai	4·5	9h 50m 52s·54	+44° 54' 3"·0	9·52612	2m 47s·2
„	5·0	44 37·92	43 0 4·7	9·32584	2 47·1
„	5·5	38 46·43	41 4 53·3	9·52618	2 47·2
„	6·0	33 16·35	39 8 57·7	9·52713	2 47·6
„	6·5	28 6·12	37 12 46·2	9·52869	2 48·2
„	7·0	23 14·25	35 16 45·5	9·53083	2 49·0
„	7·5	18 39·35	33 21 20·3	9·53355	2 50·1
„	8·0	14 20·17	31 26 53·0	9·53682	2 51·3
„	8·5	10 15 51	29 33 45·1	9·54062	2 52·8
„	9·0	6 24·27	27 42 15·4	9·54490	2 54·6
„	9·5	9 2 45·44	25 52 40·6	9·54965	2 56·5
„	10·0	8 59 18·12	24 5 14·9	5·55483	2 58·6
„	10·5	56 1·50	22 20 10·1	9·56041	3 0·9
„	11·0	52 54·76	20 37 36·3	9·56634	3 3·4
„	11·5	49 57·12	18 57 41·4	9·57260	3 6·1
„	12·0	47 7·96	17 20 31·2	9·57916	3 8·9
„	12·5	44 26·73	15 46 9·4	9·58597	3 11·9
„	13·0	41 52·87	14 14 38·7	9·59301	3 15·0
„	13·5	39 25·84	12 46 0·5	9·60025	3 18·3
„	14·0	37 5·18	11 20 14·4	9·60766	3 21·7
„	14·5	34 50·46	9 57 19·2	9·61521	3 25·2
„	15·0	32 41·26	8 37 13·0	9·62287	3 28·9
„	15·5	30 37·24	7 19 52·9	9·63063	3 32·6
„	16·0	28 38·07	6 5 15·5	9·63847	3 36·5
„	16·5	26 43·44	4 53 16·7	9·64635	3 40·5
„	17·0	24 53·05	3 43 52·4	9·65428	3 44·5
„	17·5	23 6·65	2 36 58·2	9·66222	3 48·7
„	18·0	21 23·97	1 32 29·1	9·67017	3 52·9
„	18·5	19 44·76	+ 0 30 20·3	9·67811	3 57·2
„	19·0	18 8·83	− 0 29 33·1	9·68602	4 1·6
„	19·5	16 35·97	1 27 16·0	9·69393	4 6·0
„	20·0	15 6·03	2 22 53·5	9·70179	4 10·5
„	20·5	13 38·85	3 16 30·5	9·70959	4 15·0
„	21·0	12 14·28	4 8 11·7	9·71735	4 19·6
„	21·5	10 52·14	4 58 1·7	9·72504	4 24·3
„	22·0	9 32·29	5 46 5·1	9·73267	4 29·0
„	22·5	8 14·64	6 32 26·3	9·74023	4 33·7
„	23·0	6 59·07	7 17 9·5	9·74772	4 38·4
„	23·5	5 45·45	8 0 18·9	9·75513	4 43·2
„	24·0	4 33·67	8 41 58·4	9·76246	4 48·1
„	24·5	8h 3m 23s·65	− 9° 22' 11"·8	9·76971	4m 52s·9

Datum		Scheinbare		Log. Entfernung ☄ von ♁	Aberratzt.
		Rectascension	Declination		
1861. Mai	24·5	$8^h\ 3^m23^s65$	$-\ 9°22'11''8$	9 76971	4^m32^s9
„	25·0	2 15·31	10 1 2·8	9·77687	4 52·8
„	25·5	$8^h\ 1^m\ 8^s55$	$-10°38'34''7$	9·78395	$5\ \ 2^s7$
Juli	30	$6^h50^m28^s13$	$-36°\ 0'33''8$	0·17870	12^m31^s1
„	31	49 39·70	14 36·9	0·18010	33·6
Aug.	1	48 50·47	28 50·3	0·18143	35·9
„	2	48 0·37	43 14·5	0·18269	38·1
„	3	47 9·30	−36 57 49·7	0·18389	40·2
„	4	46 17·20	−37 12 35·9	0·18502	42·2
„	5	45 23·97	27 33·5	0·18610	44·1
„	6	44 29·54	42 42·7	0·18711	45·8
„	7	43 33·83	−37 58 3·5	0·18807	47·5
„	8	42 36·75	−38 13 35·9	0·18896	49·1
„	9	41 38·22	29 20·1	0·18982	50·6
„	10	40 38·17	−38 45 16·2	0·19061	52·0
„	11	39 36·49	−39 1 24·2	0·19136	53·4
„	12	38 33·11	17 43·8	0·19206	54·6
„	13	37 27·93	34 15·2	0·19272	55·8
„	14	36 20·86	−39 50 58·3	0·19333	56·9
„	15	35 11·83	−40 7 53·0	0·19390	57·9
„	16	34 0·73	24 58·8	0·19442	58·8
„	17	32 47·49	42 15·6	0·19491	12 59·7
„	18	31 31·99	−40 59 43·3	0·19537	13 0·6
„	19	$6^h30^m14^s14$	$-41°17'21''9$	0·19579	$13^m\ 1^s4$
Aug.	31	$6^h10^m58^s59$	$-45°\ 0'37''4$	0·19894	$13^m\ 7^s0$
Sept.	1	9 0·35	19 54·1	0·19910	7·3
„	2	6 58·16	39 13·2	0·19926	7·6
„	3	4 51·89	−45 58 35·5	0·19942	7·9
„	4	2 41·42	−46 17 53·8	0·19958	8·2
„	5	6 0 26·65	37 13·2	0·19974	8·5
„	6	5 58 7·45	−46 56 30·0	0·19991	8·8
„	7	$5^h55^m43^s70$	$-47°15'43''0$	0·20008	$13^m\ 9^s1$

Mit diesen Ephemeriden nun wurden die Beobachtungen zum Zwecke der Normalortsbildung verglichen. Das Resultat dieser Vergleichung ist in der folgenden Tabelle übersichtlich zusammengestellt. Hierbei habe ich beinahe alle mir bekannten Beobachtungen benützt, nur einige derselben sind fortgelassen, da entweder die Angaben selbst als unsicher bezeichnet wurden, oder es mangelte mir die Kenntniss der genauen geographischen Position des Beobachtungsortes.

I. Normalort.

Nr.	1861	Ort	Ortszeit	Beobachtet: α	Parall.	Beobachtet: δ	Parall.	Berechnet: α	Berechnet: δ	B—R: δα cos δ	B—R: δδ
1	April 10	Washington .	10^h 10^m 21^s	17^h 7^m 56^{s}72	−1^{s}24	+59°26′13″4	+3″2	17^h 7^m 55^{s}33	+59°26′18″8	+0^{s}08	−2″2
2	„ 10	Cambridge U. S.	11 34 42	17 7 42·72	−1·07	+59 28 12·1	+0·7	17 7 41·50	+59 28 10·7	+0·08	+2·8
3	„ 11	Washington .	8 38 9	17 2 32·56	−1·27	+60 8 7·6	+6·1	17 2 30·82	+60 8 19·1	+0·23	−5·4
4	„ 11	Cambridge U. S.	9 27 6	17 2 26·75	−1·25	+60 9 0·1	+4·7	17 2 24·37	+60 9 7·0	+0·56	−2·2
5	„ 11	Albany (M) .	15 38 39	17 0 45·51	0·00	+60 21 25·4	−3·9	17 0 45·18	+60 21 15·1	+0·16	+6·4
6	„ 14	Cambridge U. S.	9 1 27	16 40 14·21	−1·48	+62 30 6·4	+4·5	16 40 12·23	+62 30 14·5	+0·23	−3·6
7	„ 14	Washington .	11 22 54	16 39 11·96	−1·31	+62 35 51·1	−1·4	16 39 10·06	+62 35 49·7	+0·27	0·0
8	„ 17	„ .	8 55 21	16 6 57·42	−1·90	+64 56 52·2	+2·5	16 6 56·32	+64 56 52·4	−0·34	+2·3
9	„ 17	Albany (M) .	14 19 58	16 4 12·61	0·00	+65 7 16·7	−6·0	16 3 59·23	+65 7 5·8	(+5·63)	+4·9
10	„ 17	Clinton . . .	15 14 28	16 3 24·01	+0·35	+65 9 11·9	−5·6	16 3 23·86	+65 9 5·5	+0·21	+0·8
11	„ 18	Cambridge U. S.	14 21 33	15 49 15·41	+0·19	+65 52 44·5	−6·4	15 49 15·00	+65 52 36·4	+0·25	+1·7
12	„ 19	Washington .	8 40 20	15 36 16·17	−2·11	+66 25 44·7	+1·5	15 36 13·71	+66 24 53·3	+0·14	−7·1
13	„ 19	„ .	8 59 34	15 36 2·39	−2·03	+66 26 21·6	+0·3	15 35 59·62	+66 26 26·0	+0·30	−4·1
14	„ 19	Cambridge U. S.	9 59 45	15 35 35·26	−1·70	+66 27 29·7	−1·8	15 35 32·76	+66 27 28·1	+0·32	−0·2
15	„ 19	Ann-Arbor . .	10 1 36	15 34 55·33	−1·70	+66 28 59·9	−2·9	15 34 53·82	+66 28 57·4	−0·08	+0·5
16	„ 19	Clinton . . .	12 49 47	15 33 13·39	−0·45	+66 32 50·4	−6·5	15 33 13·75	+66 32 42·8	−0·32	+1·1
17	„ 19	Ann-Arbor .	12 25 6	15 33 7·31	−0·66	+66 33 7·6	−6·3	15 33 6·81	+66 33 58·3	−0·13	+4·7
18	„ 19	Albany (M) .	13 39 23	15 32 42·77	0·00	+66 34 3·2	−6·9	15 32 41·51	+66 33 54·4	+0·50	+1·9
19	„ 20	Washington .	9 0 6	15 17 12·80	−2·11	+67 4 20·6	−1·2	15 17 10·60	+67 4 20·1	+0·03	−0·7
	April „ 17·0	I		16^h 14^m 28^{s}525		+66°28′56″75		16^h 14^m 28^{s}205	+64°28′56″67	+0^{s}138	+0″08

II. Normal-

Nr.	1861	Ort	Ortszeit	Beobachtet: α	Parall.
20	April 24	Clinton	10h 39m 28s	13h 36m 4s·29	−0·50
21	„ 24	Albany (M)	11 22 40	13 35 20·54	0·00
22	„ 25	„ (M)	10 50 17	13 6 48·31	0·00
23	„ 25	Washington	10 48 59	13 6 32·20	+0·12
24	„ 25	Clinton	11 40 2	13 5 37·15	+0·58
25	„ 26	Washington	8 42 39	12 39 51·60	−1·17
26	„ 26	Albany (M)	10 17 43	12 38 5·17	0·00
27	„ 26	Clinton	11 2 3	12 37 5·91	+0·47
28	„ 27	Washington	8 34 43	12 11 17·67	−0·87
29	„ 28	„	8 9 2	11 44 41·07	−0·76
30	„ 29	„	8 30 42	11 19 21·90	−0·13
31	„ 29	Cambridge U. S. . .	12 20 38	11 15 57·79	+1·98
32	„ 30	Washington	9 50 49	10 55 41·46	+0·88
33	„ 30	Clinton	11 48 42	10 54 2·53	+1·78
34	„ 30	„	12 52 49	10 53 7·27	+2·07
35	Mai 1	Berlin	10 45·23	10 39 48·80	+1·18
36	„ 1	„	11 29 54	10 39 13·06	+1·41
37	„ 1	Clinton	11 18 12	10 34 44·51	+1·63
38	„ 2	Berlin	9 31 38	10 22 40·22	+0·78
39	„ 2	Altona	10 54 33	10 21 32·40	+1·22
40	„ 2	Washington	8 52 23	10 18 58·10	+0·67
41	„ 2	Cambridge U. S. . .	13 9 14	10 16 15·52	+1·96
42	„ 2	Clinton	14 28 28	10 15 10·91	+1·89
	April 29·0	II.		11h 33m 11s·606	

ort.

Beobachtet: δ	Parall.	Berechnet: α	Berechnet: δ	B—R	
				δα cos δ	δδ
+67°46' 4"5	− 8"2	13h36m 3s84	+67°45'53"5	−0·02	+ 2"8
+67 45 20·7	− 8·6	13 35 20·39	+67 45 16·9	+0·06	− 4·8
+67 10 47·6	− 8·7	13 6 46·49	+67 10 45·3	+0·71	− 6·4
+67 10 42·0	− 9·9	13 6 31·86	+67 10 22·0	+0·18	+10·1
+67 8 59·0	− 8·3	13 5 37·28	+67 8 54·1	+0·18	− 3·4
+66 17 35·6	− 8·2	12 39 44·02	+66 17 6·5	(+2·58)	(+20·9)
+66 13 3·5	− 8·7	12 58 4·62	+66 12 31·2	+0·22	(+22·6)
+66 10 49·2	− 8·3	12 37 2·76	+66 10 32·2	+1·46	+ 8·7
+64 54 46·2	− 8·7	12 11 14·44	+64 54 31·2	+1·00	+ 5·6
+63 7 38·5	− 8·3	11 44 40·08	+63 7 23·3	+0·10	+ 6·9
+60 50 54·6	− 8·3	11 19 21·77	+60 50 43·0	0·00	+ 3·3
+60 29 25·8	− 0·2	11 15 59·34	+60 29 24·6	+0·21	+ 1·0
+58 2 41·7	− 6·1	10 55 41·90	+58 2 33·3	+0·23	+ 2·3
+57 49 20·9	− 0·3	10 54 3·59	+57 49 17·4	+0·39	+ 3·2
+57 41 35·8	− 0·6	10 53 9·42	+57 41 39·8	−0·04	− 0·6
+55 41 52·1	+ 1·7	10 39 51·60	+55 41 48·3	−0·91	+ 5·3
+55 35 57·1	+ 3·5	10 19 16·05	+55 35 50·9	−0·89	+ 9·7
+54 50 53·8	+ 0·3	10 34 46·50	+54 50 51·3	−0·21	+ 2·8
+52 36 54·3	+ 1·3	10 22 42·14	+52 36 52·3	−0·69	+ 3·3
+52 23 6·8	+ 4·5	10 21 33·85	+52 23 13·1	−0·14	− 1·8
+51 50 15·9	− 4·0	10 18 56·77	+51 51 5·9	+0·76	+ 6·0
+51 17 22·1	+ 9·0	10 16 17·85	+51 17 33·2	−0·23	− 2·1
+51 3 22·2	+14·3	10 15 13·83	+51 3 44·7	−0·65	− 7·9
+62°10'12"39		11h33m11s439	+62°10'10"29	+0·078	+ 2·10

III. Normal-

Nr.	1861	Ort	Ortszeit	Beobachtet: α	Parall.
43	Mai 3	Königsberg	$10^h 58^m 16^s$	$10^h\ 6^m\ 7^s40$	+1·21
44	„ 3	Altona	10 30 51	10 5 59·11	+1·13
45	„ 3	Berlin	12 20 27	10 4 58·61	+1·51
46	„ 3	Clinton	9 55 28	10 2 50·52	+1·20
47	„ 4	Manheim	10 2 28	9 52 13·92	+1·11
48	„ 4	Altona	10 21 39	9 52 8·50	+1·08
49	„ 4	Manheim	10 26 8	9 52 2·12	+1·22
50	„ 4	Washington	9 15 45	9 49 36·32	+0·97
51	„ 4	Leiden	14 44 31	9 49 34·14	+1·10
52	„ 4	Cambridge U. S . .	12 27 16	9 48 6·85	+1·74
53	„ 5	Manheim	9 11 44	9 40 21·84	+0·88
54	„ 5	Altona	9 43 23	9 40 11·47	+0·94
55	„ 5	Bonn	10 28 6	9 39 44·16	+1·18
56	„ 5	„	12 5 51	9 38 57·11	+1·41
57	„ 5	Leiden	11 57 13	9 38 56·61	+1·56
58	„ 5	Clinton	9 38 53	9 37 30·82	+1·15
59	„ 5	„	11 0 31	9 36 52·80	+1·48
60	„ 6	Manheim	10 48 54	9 28 49·49	+1·25
61	„ 6	Danzig	11 38 27	9 28 46·51	+1·21
62	„ 7	Königsberg	10 1 30	9 19 54·98	+0·95
63	„ 7	Altona	9 23 37	9 19 53·29	+0·87
64	„ 7	Wien	10 15 20	9 19 44·38	+1·16
65	„ 7	Danzig	11 18 53	9 19 22·85	+1·13
66	„ 7	Leiden	10 44 28	9 19 14·21	+1·14
67	„ 8	Manheim	9 54 6	9 11 28·70	+0·83
68	„ 8	Königsberg	9 54 3	9 11 25·01	+1·04
69	„ 8	Altona	9 21 31	9 11 22·34	+0·85
70	„ 8	Paris	9 36 24	9 11 6·13	+0·99
71	„ 8	Bonn	10 20 50	9 10 58·06	+1·08
72	„ 8	Pulkowa	11 55 15	9 10 57·57	+0·95
73	„ 8	Leiden	12 31 28	9 10 11·04	+1·15
74	„ 8	Washington	8 49 18	9 9 37·29	+0·97
75	„ 9	Wien	9 23 15	9 3 52·84	+0·95
76	„ 9	Manheim	9 4 49	9 3 47·28	+0·87
77	„ 9	Kremsmünster . . .	10 15 33	9 3 35·50	+1·07
78	„ 9	Pulkowa	12 37 39	9 3 11·04	+0·89
79	„ 9	Berlin	11 38 49	9 3 7·91	+1·09
80	„ 9	Washington	9 1 8	9 2 5·52	+1·04
81	„ 9	Clinton	10 59 33	9 1 34·01	+1·27
82	„ 10	Wien	8 45 56	8 57 11·43	+0·82
83	„ 10	Kremsmünster . . .	9 35 7	8 56 56·16	+0·95
84	„ 10	Pulkowa	10 30 16	8 56 52·98	+0·84
85	„ 10	Manheim	9 22 50	8 56 52·24	+0·91
86	„ 10	„	9 49 59	8 56 44·51	+0·98
87	„ 10	Florenz	10 1 21	8 56 47·01	+1·40
88	„ 10	Rom	10 42 40	8 56 1·11	+1·22
89	„ 10	Paris	10 14 51	8 56 31·58	+1·05
90	„ 10	Armagh	9 40 24	8 56 21·22	+0·92
91	„ 10	Christiania	11 34 2	8 51 19·44	+0·85
92	„ 10	„	11 44 5	8 56 17·73	+0·85
	Mai 7·0	III.		$9^h 23^m 14^s402$	

ort.

Beobachtet: δ	Parall.	Berechnet: α	Berechnet: δ	∂α cos δ	∂δ
. . . .	. . .	10ʰ 6ᵐ 8ˢ43	. . . .	+ 0ˢ12	. . . . .
+48°56' 0"5	+ 5"7	10 5 59·23	+48°56' 13"8	+ 0·66	− 7"6
+48 41 37·0	+10·3	10 5 0·24	+48 41 48·5	+ 0·12	− 1·2
+48 9 57·8	+ 0·9	10 2 52·50	+48 9 57·6	− 0·32	+ 1·1
+45 18 13·2	+ 5·2	9 52 15·92	+45 18 14·9	− 0·63	+ 3·5
+45 16 0·5	+ 7·2	9 52 8·67	+45 16 10·3	+ 0·64	− 2·6
+45 14 28·7	+ 6·2	9 52 3·03	+45 14 32·3	+ 0·22	+ 2·6
+44 31 46·6	− 0·1	9 49 37·21	+44 31 49·8	+ 0·06	− 3·3
+44 31 0·1	+21·6	9 49 35·79	+44 31 24·4	− 0·39	− 2·7
+44 5 10·0	+10·7	9 48 8·81	+44 5 18·7	− 0·16	+ 2·0
+41 37 39·0	+ 5·5	9 40 24·21	+41 37 46·1	− 0·99	− 1·6
+41 33 31·7	+ 8·1	9 40 11·82	+41 33 38·4	+ 0·44	+ 1·4
+41 24 28·4	+ 8·7	9 39 44·88	+41 24 37·5	+ 0·34	− 0·4
+41 8 46·6	+13·0	9 38 58·45	+41 8 58·0	+ 0·05	+ 1·6
+41 8 22·0	+13·0	9 38 57·55	+41 8 39·8	+ 0·41	− 4·8
+40 39 28·3	+ 4·4	9 37 32·37	+40 39 33·0	− 0·30	− 0·3
+40 26 14·6	+ 7·4	9 36 54·43	+40 26 24·9	− 0·11	− 2·9
+37 30 6·9	+10·9	9 28 51·38	+37 30 9·6	− 0·51	+ 8·8
+37 28 59·7	+14·2	9 28 47·65	+37 28 44·7	+ 0·04	(+ 29·4)
+33 53 26·8	+12·4	9 19 55·33	+33 53 51·4	+ 0·50	− 12·2
+33 52 56·3	+10·9	9 19 53·69	+33 53 9·5	+ 0·39	− 2·3
+33 48 49·8	+10·8	9 19 43·93	+33 49 0·2	+ 1·32	+ 0·4
+33 39 56·3	+14·3	9 19 23·50	+33 40 17·5	+ 0·40	− 6·4
+33 36 46·7	+13·2	9 19 15·18	+33 36 43·6	+ 0·14	+ 16·0
+30 8 22·7	+10·1	9 11 29·68	+30 8 35·3	− 0·13	− 2·5
+30 6 31·2	+15·0	9 11 25·71	+30 6 43·4	+ 0·29	+ 2·8
+30 4 57·4	+12·2	9 11 22·45	+30 5 12·2	+ 0·64	− 2·6
+29 57 53·5	+11·1	9 11 7·28	+29 58 6·4	− 0·14	− 1·8
+29 53 54·1	+13·0	9 10 58·82	+29 54 8·7	+ 0·28	− 1·6
+29 53 34·0	+18·1	9 10 58·31	+29 53 54·2	+ 0·18	− 2·1
+29 31 30·3	+17·8	9 10 11·98	+39 32 5·4	+ 0·18	− 17·3
+29 16 2·2	+ 6·5	9 9 37·84	+29 15 52·9	+ 0·37	+ 15·8
+26 26 41·8	+11·8	9 3 52·64	+26 26 43·6	+ 1·03	+ 10·0
+26 24 36·6	+11·7	9 3 48·63	+26 24 43·4	− 0·43	+ 4·9
+26 17 17·8	+13·4	9 3 34·23	+26 17 26·8	(+ 2·10)	+ 4·4
+26 5 35·3	+19·7	9 3 11·13	+26 5 44·8	+ 0·72	+ 10·2
+26 1 39·0	+16·7	9 3 8·50	+26 4 24·5	+ 0·44	(−148·8)
+25 33 29·3	+ 8·3	9 2 8·25	+25 33 39·6	(− 1·53)	− 2·0
+25 16 30·3	+13·1	9 1 35·62	+25 16 53·2	− 0·31	− 9·8
+22 58 5·3	+12·0	8 57 12·06	+22 58 12·7	+ 0·18	+ 4·6
+22 49 28·4	+13·1	8 56 56·29	+22 49 45·3	+ 0·76	− 3·8
+22 47 58·3	+17·6	8 56 53·49	+22 48 14·7	+ 0·30	+ 1·2
+22 47 58·6	+13·0	8 56 53·48	+22 48 14·4	− 0·30	− 2·8
+22 44 2·9	+13·0	8 56 46·17	+22 44 18·2	− 0·63	− 2·3
+22 44 51·9	+12·1	8 56 46·13	+22 44 16·9	(+ 2·28)	(+ 47·1)
+22 38 39·3	+12·8	8 56 36·33	+22 38 59·8	(−31·36)	(− 7·7)
+22 36 51·3	+14·1	8 56 32·89	+22 37 8·8	− 0·24	− 3·4
+22 31 26·4	+15·7	8 56 23·71	+22 32 11·3	(− 1·45)	(− 29·2)
+22 29 42·8	+18·8	8 56 20·67	+22 30 32·9	− 0·35	(− 31·3)
+22 28 49·5	+19·0	8 56 17·92	+22 29 3·9	+ 0·61	+ 4·6
+35°16'45"54		9ʰ23ᵐ14ˢ253	+35°16'45"49	+ 0ˢ121	+ 0"05

IV. Normal-

Nr.	1861	Ort	Ortszeit	Beobachtet : α	Parall.
93	Mai 11	Kremsmünster . . .	9h 55m 43s	8h 50m 50s·91	+0·97
94	„ 11	Königsberg	10 29 6	8 50 39·53	+0·90
95	„ 11	„	10 36 23	. . . . . .	. . .
96	„ 11	Wien	10 26 5	8 50 36·37	+1·04
97	„ 11	Florenz	10 18 6	8 51 33·49	+1·11
98	„ 11	Manheim	10 19 45	8 50 28·96	+1·00
99	„ 11	Danzig	11 2 36	8 50 28·89	+0·94
100	„ 11	Christiania	10 40 50	8 50 26·87	+0·79
101	„ 11	Danzig	11 52 3	8 50 16·99	+0·94
102	„ 11	Christiania	11 25 25	8 50 15·80	+0·81
103	„ 11	Clinton	9 7 22	8 49 26·25	+0·92
104	„ 12	Wien	9 37 7	8 45 13·02	+0·93
105	„ 12	Königsberg	10 1 33	. . . . . .	. . .
106	„ 12	„	10 6 32	8 45 10·73	+0·84
107	„ 12	Kremsmünster . . .	9 41 37	8 45 9·20	+0·91
108	„ 12	Rom	9 40 33	8 43 13·41	+1·04
109	„ 12	Wien	10 27 58	8 45 2·52	+1·00
110	„ 12	Danzig	11 11 8	8 44 54·23	+0·90
111	„ 12	Armagh	9 45 45	8 44 47·49	+0·82
112	„ 12	Clinton	9 15 24	8 43 55·90	+0·95
113	„ 13	Kremsmünster . . .	9 27 32	8 40 7·44	+0·86
114	„ 13	Königsberg	10 9 45	8 40 4·57	+0·82
115	„ 13	Berlin	9 49 58	8 40 2·85	+0·84
116	„ 13	Florenz	9 49 58	8 40 0·92	+0·99
117	„ 13	Danzig	10 48 35	8 39 54·12	+0·85
118	„ 13	Manheim	10 17 52	8 39 52·59	+0·93
119	„ 14	„	9 17 44	8 35 26·45	+0·82
120	„ 14	Paris	9 7 49	8 35 24·28	+0·81
121	„ 14	Leiden	9 25 48	8 35 22·62	+0·79
122	„ 14	Christiania	11 14 8	8 35 7·72	+0·71
123	„ 14	Armagh	10 30 30	8 34 39·98	+0·81
124	„ 14	Clinton	9 8 27	8 34 26·59	+0·90
125	„ 14	„	10 3 1	8 34 16·81	+0·99
126	„ 15	Paris	9 9 34	8 31 7·50	+0·80
127	„ 15	Königsberg	10 41 59	8 31 4·63	+0·78
128	„ 15	Leiden	10 4 3	8 31 0·37	+0·81
129	„ 15	„	10 31 30	8 30 55·17	+0·83
130	„ 15	Washington	8 56 46	8 30 16·38	+0·88
131	„ 15	Clinton	9 11 36	8 30 14·25	+0·88
132	„ 15	Cambridge U. S. . .	10 7 27	8 30 8·75	+0·97
	Mai 13·0	IV.		8h 41m 53s·185	

ort.

Beobachtet: δ	Parall.	Berechnet: α	Berechnet: δ	B—R	
				$\delta\alpha \cos \delta$	$\delta\delta$
+19°22'47"9	+14"2	8h50m41s62	+19°22'55"7	+ 0·24	+ 6"2
. . . .	. . .	8 50 39·73	. . . .	+ 0·66	. . . . .
+19 20 35·4	+16·0	. . . . . .	+19 20 51·4	. . . . .	0·0
+19 19 50·1	+14·7	8 50 36·47	+19 20 0·8	+ 0·89	+ 4·0
+19 18 15·4	+13·1	8 51 33·42	+19 18 17·3	+ 1·18	+ 11·2
+19 16 18·3	+14·8	8 50 30·29	+19 16 31·0	— 0·31	+ 2·1
+19 15 48·5	+16·9	8 50 29·72	+19 16 11·3	+ 0·10	— 5·9
+19 14 38·9	+17·8	8 50 27·37	+19 14 51·7	+ 0·27	+ 5·0
+19 9 2·4	+17·9	8 50 17·81	+19 9 26·3	+ 0·11	— 6·0
+19 28 27·7	+18·6	8 50 16·57	+19 8 44·3	+ 0·04	+ 2·0
+18 40 19·0	+11·4	8 49 26·26	+18 40 19·0	+ 0·20	+ 0·1
+16 13 25·6	+14·2	8 45 13·32	+16 13 35·7	+ 0·60	+ 4·1
+16 7 59·6	+16·1	. . . . . .	+16 12 33·5	. . . . .	(—257·8)
. . . .	. . .	8 45 10·45	. . . .	+ 1·07	. . . .
+16 11 34·7	+14·3	8 45 10·34	+16 11 50·5	— 0·22	— 0·5
+16 10 58·1	+12·3	8 45 9·11	+16 10 58·1	(—110·0)	(— 8·6)
+16 6 31·8	+15·0	8 45 2·07	+16 6 59·0	+ 1·39	— 12·2
+16 3 0·3	+17·1	8 45 54·55	+16 2 33·3	+ 0·56	(+ 44·1)
+16 0 12·0	+16·0	8 45 51·06	+16 0 30·3	(— 2·75)	— 2·3
+15 28 47·0	+12·2	8 43 57·60	+15 28 56·0	— 0·72	+ 3·2
+13 11 31·6	+14·3	8 40 8·51	+13 11 50·8	— 0·20	— 4·9
+13 9 30·6	+16·3	8 40 5·11	+13 9 47·7	+ 0·27	— 0·8
+13 8 27·1	+15·4	8 40 3·36	+13 8 44·4	+ 0·32	— 1·9
+13 7 27·6	+13·6	8 40 1·65	+13 7 42·2	+ 0·25	— 1·0
+13 3 52·6	+16·6	8 39 55·77	+13 4 9·4	— 0·78	— 0·2
+13 2 42·3	+15·1	8 39 53·76	+13 2 55·7	— 0·23	+ 1·7
+10 19 44·3	+14·4	8 35 27·22	+10 20 1·0	+ 0·05	— 2·3
+10 18 7·0	+14·2	8 35 24·51	+10 18 18·9	+ 0·57	+ 2·3
+	. . .	8 35 22·78	. . . .	+ 0·62	. . . . .
+10 7 24·5	+17·9	8 35 7·38	+10 6 6·8	+ 1·03	(+ 95·4)
+10 4 19·6	+16·3	8 35 2·63	+10 4 50·8	(— 21·50)	(— 14·9)
+ 9 42 47·6	+12·6	8 34 27·35	+ 9 43 1·8	+ 0·14	— 1·6
+ 9 36 44·1	+13·2	8 34 17·44	+ 9 36 53·9	+ 0·35	+ 3·4
+ 7 39 4·7	+14·1	8 31 8·27	+ 7 39 15·9	+ 0·03	+ 12·9
+ 7 36 59·1	+16·1	8 31 4·98	+ 7 37 12·5	+ 0·43	+ 2·7
+ 7 34 12·9	+15·3	8 31 0·54	+ 7 34 26·2	+ 0·63	+ 2·0
+ 7 31 13·9	+15·5	8 30 55·86	+ 7 31 30·9	+ 0·14	— 1·5
+ 7 6 55·8	+11·7	8 30 16·82	+ 7 7 6·8	+ 0·44	— 0·7
+ 7 6 2·2	+12·3	8 30 15·44	+ 7 6 14·8	— 0·31	— 0·1
+ 7 2 1·0	+13·0	8 30 8·95	+ 7 2 11·1	+ 0·76	+ 2·9
+14°14'39"46		8h41m52s873	+14°14'38"68	+ 0·303	+ 0"78

V. Normal-

Nr.	1861	Ort	Ortszeit	Beobachtet: α	Parall.
133	Mai 16	Florenz	9h 44m 26s	8h 27m 12s·33	+0·90
134	„ 16	Paris	9 23 1	8 27 9·22	+0·80
135	„ 16	Washington	8 46 40	8 26 25·62	+0·88
136	„ 16	Cambridge U. S. . .	10 16 12	8 26 15·42	+0·88
137	„ 17	Manheim	9 14 54	8 23 35·33	+0·75
138	„ 17	Padua	9 31 12	8 23 34·93	+0·84
139	„ 17	Bonn	9 27 31	8 23 32·63	+0·75
140	„ 17	Washington	8 48 52	8 22 49·36	+0·85
141	„ 18	Padua	9 19 54	8 20 12·43	+0·80
142	„ 18	Kremsmünster . . .	9 49 24	8 20 9·84	+0·77
143	„ 18	Paris	9 4 35	8 20 9·58	+0·73
144	„ 18	Altona	10 3 41	8 20 5·07	+0·71
145	„ 18	Washington	8 56 29	8 19 27·76	+0·82
146	„ 18	Clinton	9 11 59	8 19 26·02	+0·82
147	„ 19	Athen	8 20 14	8 17 16·28	+0·78
148	„ 19	Padua	8 49 38	8 17 6·34	+0·74
149	„ 19	Bonn	9 8 40	8 17 1·75	+0·69
150	„ 19	Paris	8 13 16	8 16 58·52	+0·73
151	„ 19	Leiden	9 50 19	8 16 54·93	+0·71
152	„ 20	Padua	8 52 1	8 14 6·32	+0·73
153	„ 20	Paris	9 7 57	8 14 0·26	+0·70
154	„ 21	Padua	8 58 48	8 11 16·93	+0·72
155	„ 21	Cambridge U. S. . .	9 52 17	8 10 42·07	+0·75
156	„ 21	Clinton	9 15 24	8 10 36·19	+0·78
157	„ 22	Cambridge U. S. . .	8 40 12	8 8 6·01	+0·72
158	„ 22	Washington	8 49 59	8 8 3·17	+0·76
159	„ 22	Clinton	9 2 23	8 8 1·43	+0·74
160	„ 23	Padua	8 43 43	8 6 9·78	+0·67
161	„ 23	Washington	8 44 23	8 5 34·71	+0·79
162	„ 24	Athen	8 39 53	8 3 52·50	+0·71
163	„ 24	Washington	8 25 39	8 3 15·13	+0·71
164	„ 25	„	8 39 25	8 0 57·04	+0·71
	Mai 20·0	V.		8h 15m 6s·124	

ort.

Beobachtet: δ	Parall.	Berechnet: α	Berechnet: δ	B—R	
				δα cos δ	δδ
+ 5°11'29"7	+12"9	8h27m12s37	+ 5°11'27"6	+0·86	+ 15"9
+ 5 9 46·1	+14·1	8 21 10·11	+ 5 10 2·2	—0·09	— 2·0
+ 4 42 8·5	+11·7	8 26 26·13	+ 4 42 23·7	+0·37	— 3·5
+ 4 35 49·7	+12·5	8 26 15·92	+ 4 35 58·5	+0·38	+ 3·7
+ 2 55 21·8	+13·8	8 23 36·22	+ 2 55 33·8	—0·14	+ 1·8
+ 2 55 38·2	+13·0	8 23 35·83	+ 2 55 28·9	—0·06	(+ 32·3)
+ 2 53 44·2	+14·1	8 23 33·58	+ 2 53 54·3	—0·20	+ 4·0
+ 2 26 34·5	+11·4	8 22 50·26	+ 2 26 40·2	—0·05	+ 5·7
+ 0 48 6·5	+12·7	8 20 13·56	+ 0 48 21·5	—0·33	— 2·3
+ 0 46 28·8	+13·5	8 20 10·77	+ 0 46 36·5	—0·16	+ 2·8
+ 0 46 12·4	+13·5	8 20 10·44	+ 0 46 24·1	—0·13	— 1·8
+ 0 43 42·7	+14·4	8 20 6·54	+ 0 43 57·2	—0·76	— 0·1
+ 0 19 50·7	+11·1	8 19 28·46	+ 0 20 8·7	+0·12	— 6·9
+ 0 19 11·5	+12·1	8 19 27·25	+ 0 19 23·6	—0·41	0·0
— 1 2 4·0	+10·7	8 17 16·72	— 1 1 58·5	+0·34	+ 5·2
— 1 8 20·8	+12·4	8 17 6·84	— 1 8 6·6	+0·24	— 1·8
— 1 11 19·5	+13·4	8 17 0·68	— 1 11 56·0	(+1·76)	(+ 49·9)
— 1 13 12·9	+13·1	8 16 58·89	— 1 13 3·5	+0·36	+ 3·7
— 1 15 20·2	+13·8	8 16 55·28	— 1 15 17·0	+0·36	+ 10·6
— 2 59 5·6	+12·1	8 14 7·57	— 2 58 52·5	—0·52	— 1·0
— 3 3 7·3	+12·8	8 14 1·07	— 3 2 52·3	—0·11	— 2·2
— 4 43 41·0	+11·7	8 11 18·47	— 4 42 5·7	—0·82	(— 83·6)
— 5 4 41·0	+11·1	8 10 41·76	— 5 4 17·7	+1·06	— 12·2
— 5 7 26·6	+11·4	8 10 37·27	— 4 7 0·7	—0·30	— 14·5
— 6 37 38·3	+10·1	8 8 6·12	— 6 37 29·9	+0·61	+ 1·7
— 6 39 43·4	+10·1	8 8 2·58	— 6 39 36·9	—0·17	+ 3·6
— 6 40 10·8	+10·9	8 8 1·96	— 6 39 58·2	+0·21	— 1·7
— 7 43 40·6	+11·0	8 6 10·65	— 7 45 35·7	—0·20	(+126·1)
— 8 6 19·0	+ 9·8	8 5 34·58	— 8 6 38·9	+0·91	(+ 29·7)
— 9 5 26·1	+ 9·5	8 3 52·60	— 9 5 36·9	+0·61	+ 20·3
— 9 27 7·8	+ 9·6	8 3 15·12	— 9 27 4·2	+0·71	+ 6·0
—10 44 32·6	+ 9·0	8 0 59·16	—10 43 49·3	(—1·39)	(— 34·3)
— 2°22'52"27		8h15m 6s035	— 2°22'53"52	+0·089	+ 1"25

VI. Normal-

Nr.	1861	Ort	Ortszeit	Beobachtet: α	Parall.
165	Juli 30	St. Jago [1]	17h 55m 33s	6h 49m 42s·39	—0·35
166	Aug. 2	„ „	17 23 22	6 47 14·22	—0·37
167	„ 3	„ „	16 20 51	. . . . . .	. . .
168	„ 3	„ „	17 22 11	6 46 22·24	—0·36
169	„ 4	„ „	16 39 20	. . . . . .	. . .
170	„ 4	„ „	17 3 26	. . . . . .	. . .
171	„ 4	„ „	17 37 25	6 45 28·78	—0·35
172	„ 7	„ „	16 41 38	6 42 42·63	—0·38
173	„ 8	„ „	16 52 10	. . . . . .	. . .
174	„ 8	„ „	17 5 46	6 41 44·55	—0·35
175	„ 12	„ „	16 3 34	. . . . . .	. . .
176	„ 12	„ „	17 15 0	6 37 34·86	—0·34
177	„ 15	„ „	16 45 12	6 34 9·43	—0·36
178	„ 18	Cap d. guten Hoffnung	17 19 55	. . . . . .	. . .
179	„ 18	„ „ „ „	17 34 17	6 30 40·79	—0·29
	Aug. 9·0	VI.		6h 41m 38s·392	

VII. Normal-

Nr.	1861	Ort	Ortszeit	Beobachtet: α	Parall.
180	Aug. 31	Cap d. guten Hoffnung	15h 46m 15s	. . . . . .	. . .
181	„ 31	„ „ „ „	16 1 53	6h 9m 47s·85	—0·33
182	Sept. 1	„ „ „ „	15 45 55	. . . . . .	. . .
183	„ 1	„ „ „ „	15 50 32	6 7 48·97	—0·33
184	„ 5	„ „ „ „	15 1 1	. . . . . .	. . .
185	„ 5	„ „ „ „	15 20 48	5 59 7·31	—0·35
186	„ 6	„ „ „ „	14 44 58	. . . . . .	. . .
187	„ 6	„ „ „ „	15 2 6	5 56 46·81	—0·36
	Sept. 4·9	VII.		6h 2m 41s·765	

[1]) Erhält halbes Gewicht.

ort.

Beobachtet: δ	Parall.	Berechnet: α	Berechnet: δ	B—R	
				$\delta\alpha \cos\delta$	$\delta\delta$
. . . .	. . .	$6^h49^m42^s89$	. . . .	−0·69	. . . .
$-36°54'54''8$	− 1·5	6 47 13·75	$-36°56'37''3$	+0·08	$(+96''0)$
−37 10 32·0	− 1·4	. . . . . .	−37 10 38·7	. . . .	+ 5·3
. . . .	. . .	6 46 21·88	. . . .	+0·01	. . . .
−37 26 34·4	− 1·8	. . . . . .	−37 25 46·3	. . . .	(−49·7)
−37 25 53·7	− 1·2	. . . . . .	−37 26 1·5	. . . .	+ 6·6
. . . .	. . .	6 45 28·17	. . . .	+0·21	. . . .
. . . .	. . .	6 42 43·12	. . . .	(−0·92)	. . . .
−38 26 56·4	− 1·4	. . . . . .	−38 27 36·0	. . . .	(+38·2)
−38 27 40·9	− 1·2	6 41 44·16	−38 27 44·9	+0·03	+ 2·8
−29 31 41·0	− 1·6	. . . . . .	−39 31 52·2	. . . .	+ 9·6
. . . .	. . .	6 37 34·13	. . . .	+0·39	. . . .
. . . .	. . .	6 34 9·01	. . . .	+0·05	. . . .
−41 11 17·3	+ 0·5	. . . . . .	−41 11 22·7	. . . .	+ 5·9
. . . .	. . .	6 30 39·94	. . . .	+0·56	. . . .
$-38°29'14''03$		$6^h41^m38^s223$	$-38°29'20''07$	+0·132	$+ 6''04$

ort.

Beobachtet: δ	Parall.	Berechnet: α	Berechnet: δ	B—R	
				$\delta\alpha \cos\delta$	$\delta\delta$
$-45°12'\ 4''3$	+ 0·3	. . . . . .	$-45°12'\ 7''2$	. . . .	$+ 3''2$
. . . .	. . .	$6^h\ 9^m47^s21$	. . . .	+ 0·22	. . . .
−45 31 21·7	+ 0·3	. . . . . .	−45 31 25·2	. . . .	+ 3·8
. . . .	. . .	6 7 47·56	. . . .	+ 0·76	. . . .
−46 48 0·0	+ 0·4	. . . . . .	−46 48 7·5	. . . .	+ 7·9
. . . .	. . .	5 59 6·61	. . . .	+ 0·12	. . . .
−47 7 4·9	+ 0·4	. . . . . .	−47 7 9·6	. . . .	+ 4·1
. . . .	. . .	5 56 46·67	. . . .	− 0·15	. . . .
$-46°17'49''00$		$6^h\ 2^m41^s422$	$-46°17'33''75$	+ 0·237	$+ 4''75$

Bei der Bildung der Normalorte wurde nicht auf etwaige persönliche Differenzen Rücksicht genommen, ferner gab ich jeder Beobachtung, die zur Berechnung benützt wurde, gleiches Gewicht mit Ausnahme von Nr. 165, da dieselbe blos auf einem Durchgang beruht. Schliesslich muss ich noch bemerken, dass ich stets, sobald die eine beobachtete Coordinate so bedeutend abwich, das ein Beobachtungsfehler allein dieselbe nicht so stark beeinflussen konnte, ebenfalls die andere Coordinate, wenn dieselbe auch gut stimmte, ausschloss.

Die oben angesetzten Orte beziehen sich auf das wahre Äquinoctium. Indem nun die Reduction auf das mittlere Äquinoctium 1861·0 vorgenommen wurde, erhält man die folgenden VII Orte, die sich auf den Äquator beziehen:

	Datum			mittl. α	mittl. δ
I.	1861.	April	17·0	16h 14m 27s 99	+ 64° 29' 4"9
II.	„	„	29·0	11 33 9·13	+ 62 10 24·5
III.	„	Mai	7·0	9 23 11·92	+ 35 16 53·9
IV.	„	„	13·0	8 41 50·94	+ 14 14 46·2
V.	„	„	20·0	8 15 4·04	— 2 22 44·6
VI.	„	Aug.	9·0	6 41 36·46	— 38 29 12·5
VII.	„	Sept.	4·0	6 2 40·05	— 46 17 59·9

Um nun nichts zu vernachlässigen, was von erheblichem Einflusse sein konnte, habe ich die Störungen berechnet, die der Komet während seiner Sichtbarkeit von Seite der Erde und des Jupiters erfahren hat; der Osculationspunkt wurde auf den 3·0 Juni 1861 verlegt und die folgende Tabelle enthält die Störungscomponenten in Einheiten der siebenten Decimale. Die Fundamentalebene ist der Äquator.

Datum	ξ	η	ζ
1861. April 9·0	+ 39	+ 10	0
„ 19·0	+ 25	+ 3	+ 6
„ 29·0	+ 13	0	+ 8
Mai 9·0	+ 5	+ 1	+ 6
„ 19·0	+ 1	0	+ 3
„ 29·0	0	0	0
Juni 8·0	0	0	0
„ 18·0	+ 1	+ 1	+ 3
„ 28·0	+ 2	+ 2	+ 8

Datum	ξ	η	ζ
1861. Juli 8·0	+ 5	+ 2	+ 15
„ 18·0	+ 8	+ 3	+ 26
„ 28·0	+ 12	+ 2	+ 39
Aug. 7·0	+ 16	− 1	+ 54
„ 17·0	+ 22	− 5	+ 72
„ 27·0	+ 28	− 11	+ 91
Sept. 6·0	+ 35	− 20	+ 112

Vergleicht man nun die oben angesetzten Normalorte mit meinen gleich anfangs angeführten Elementen und berücksichtigt hierbei den Einfluss der Störungen, so gelangt man zu folgender Darstellung der Orte im Sinne der Beobachtungs-Rechnung:

				$\delta\alpha$	$\delta\delta$
I.	1861.	April	17·0	+ 0ˢ116	− 0″15
II.	„	„	29·0	+ 0·166	+ 1·15
III.	„	Mai	7·0	+ 0·231	− 0·10
IV.	„	„	13·0	+ 0·350	+ 0·84
V.	„	„	20·0	+ 0·096	+ 1·63
VI.	„	Aug.	9·0	+ 0·197	+ 5·46
VII.	„	Sept.	4·9	+ 0·381	+ 3·83

Um nun diese Fehler möglichst wegzuschaffen, wurde die Methode der Differentialformeln zu Hilfe genommen, und zwar wurde die Berechnung der einzelnen Diferentialquotienten nach den Formeln vorgenommen, wie ich dieselben in der voranstehenden Abhandlung abgeleitet habe. Es wurden zunächst die Elemente von der Ekliptik auf den Äquator übertragen, und so erhalten:

T = 3·389890 Juni, mittl. Greew. Zeit,

$$\left.\begin{aligned} \pi' &= 254^\circ 59' 57''66 \\ \Omega' &= 29\ 55\ 11\cdot70 \\ i &= 100\ \ 9\ 29\cdot63 \end{aligned}\right\}\ \text{mittl. Äquator 1861·0,}$$

$\log q$ = 9·9641 155

e = 0·9834 572,

daraus

$$x = r\,\overline{9\cdot9401060}\,\sin(v + 409^\circ 17'\ 2''10)$$
$$y = r\,\overline{9\cdot7174099}\,\sin(v + 332\ \ 7\ \ 4\cdot54)$$
$$z = r\,\overline{9\cdot993132}\,\sin(v + 225\ \ 4\ 45\cdot96).$$

Da der in vorstehender Abhandlung als σ bezeichnete Winkel in der Folge genähert gebraucht wird, so setze ich denselben hierher

$$\sigma = 11°38'4.$$

Als Bedingungsgleichungen erhält man folgende vierzehn Gleichungen, in denen die Änderungen von $d\omega'$, $d\Omega'$ di' in Bogen auszudrücken sind, während δT in Einheiten der vierten Decimale des mittleren Tages, $\delta \log q$ in Einheiten der sechsten und δe in Einheiten der fünften Decimale zu nehmen sind; anstatt der Differentialquotienten sind die Logarithmen derselben angesetzt:

	δT	ω'	$\delta\Omega'$	di'	de	$\delta \log q$	$=$
I.	6·5414	$+9_n80158$	+0·2571	+9·6803	$+9_n5808$	$+9_n7137$	+0"75
	9·0283	0_n0590	9_n9894	9_n5220	$+9_n6261$	9_n9222	−0"15
II.	9·6470	9_n4857	0·3785	9·1987	+9·8244	9·5131	+1"16
	9·5385	0_n2559	0·2071	8·9417	$+9_n3292$	0_n1421	+1"15
III.	9·8200	9_n6659	0·0545	9_n0089	+9·8749	9·8582	+2"83
	0·0216	0_n4278	0·2132	9_n0518	+9·6734	0_n1517	−0"10
IV.	9·8135	9_n8128	9·7427	9_n0188	+9·7089	9·8240	+5"08
	0·0373	0_n3872	9·7736	8_n5908	+9·6615	0_n0543	+0"84
V.	9·7634	9_n8817	9·3942	8_n6905	+9·4236	9·7293	+1"44
	9·9173	0_n2324	8_n8575	9·2071	+9·4031	9_n8768	+1"63
VI.	9·3964	9_n9001	9·4658	9·4274	$+9_n4654$	9·5855	+2"32
	8_n5075	9·6837	9·3908	9·7649	$+9_n4196$	9_n4586	+5"46
VII.	9·3163	9_n8905	9·7010	9·5931	$+9_n5558$	9·5742	+3"95
	8_n9152	9·8613	9·6393	9·7817	$+9_n4412$	9_n5515	+3"83

Gibt man nun jeder dieser Gleichungen nach Massgabe der Anzahl der zur Bildung des Normalortes verwendeten Beobachtungen das Gewicht und behandelt diese vierzehn Gleichungen hierauf nach der Methode der kleinsten Quadrate, so wird man zu folgenden sechs Bestimmungsgleichungen geführt:

$$
\begin{array}{llllll}
2\cdot1919\,\delta T & +2_n4851\,\delta\omega' & +2\cdot2491\,\delta\Omega' & +0_n8564\,\delta i' & +1\cdot9276\,\delta e & +1_n9094\,\delta\log q = 2\cdot4822 \\
2_n4851 & 2\cdot8631 & 2_n5455 & 1\cdot0842 & 2_n0248 & 2\cdot4939\,\delta\log q = 2_n5797 \\
2\cdot2491 & 2_n5455 & 2\cdot6594 & 1\cdot2935 & 2\cdot0515 & 1_n9844\,\delta\log q = 2\cdot6169 \\
0_n8564 & 1\cdot0842 & 1\cdot2935 & 1\cdot1296 & 0_n9447 & 0_n3590\,\delta\log q = 1\cdot3255 \\
1\cdot9276 & 2_n0248 & 2\cdot0515 & 0_n9447 & 1\cdot8640 & 1\cdot0336\,\delta\log q = 2\cdot3065 \\
1_n9094 & 2\cdot4939 & 1_n9844 & 0_n3590 & 1\cdot0336 & 2\cdot4038\,\delta\log q = 2\cdot1856,
\end{array}
$$

in welchen Gleichungen überall statt der Zahlen ihre Logarithmen angesetzt sind. Durch Auflösung dieser Gleichungen erhält man die folgenden geringen Correctionen der ursprünglichen Elemente.

$$
\begin{aligned}
\delta T &= +0''28 \\
\delta\omega' &= -1\cdot61 \\
d\Omega' &= -0\cdot22 \\
\delta i' &= +4\cdot32 \\
\delta e &= +0\cdot5942 \\
\delta\log q &= +2\cdot6012
\end{aligned}
$$

und demnach die folgenden Elemente

$$
\begin{aligned}
T &= 3\cdot389918 \text{ Juni 1861, Greenw. Zeit.} \\
\pi' &= 254^\circ 59' 55''83 \\
\Omega' &= 29\ 55\ 11\cdot48 \quad \text{mittl. Äquator } 1861\cdot0 \\
i' &= 100\ 9\ 33\cdot95 \\
\log q &= 9\cdot9641\ 181 \\
e &= 0\cdot9834\ 631\ 43,
\end{aligned}
$$

welche die Orte darstellt.

			Zu Folge der Bedingungsgleichungen		Zu Folge directer Rechnung	
			$\delta \cos \delta$	$\delta\delta$	$\delta \cos \delta$	$\delta\delta$
I.	1861.	April 17·0	— 0"02	+ 1"6	— 0"02	+ 1"6
II.	„	„ 29·0	— 0·06	+ 1·9	— 0·05	+ 1·8
III.	„	Mai 7·0	+ 0·02	— 0·4	+ 0·01	— 0·4
IV.	„	„ 13·0	+ 0·16	— 0·4	+ 0·16	— 0·3
V.	„	„ 20·0	— 0·08	— 0·3	— 0·08	— 0·3
VI.	„	Aug. 9·0	— 0·06	+ 4·7	— 0·06	+ 4·7
VII.	„	Sept. 4·0	+ 0·02	+ 3·6	+ 0·03	+ 3·6

Nun erübrigt noch, diese Elemente, die sich auf den Äquator beziehen, auf die Ekliptik zu übertragen, hiebei bediente ich mich der Differentialformeln, die ich im letzten Abschnitte meiner schon früher erwähnten Abhandlung entwickelt habe, man erhält zunächst:

$$
\begin{aligned}
d\Omega &= 9\cdot9911\, d\Omega' + 9_n 3188\, di' \\
d\sigma &= 9\cdot5448 \quad + 8_n 5618 \\
di &= 9\cdot2980 \quad + 9\cdot9910
\end{aligned}
$$

und es sind daher die definitiven Elemente des Kometen I. 1861, mit Übergehung der Hundertel Bogensecunden:

T = 3·389 918 Juni 1861, mittl. Greenw. Zeit.
π = 243°22′ 1″5 ⎫
Ω = 29 55 42·0 ⎬ mittl. Äquinoctium 1861·0
i = 79 45 31·4 ⎭
$\log q$ = 9·9641 181
e = 0·9834 631 43 (φ = 79°33′56″4)
a = 55·67565
Umlaufszeit = 415·430 Jahre.

Es ist noch schliesslich von Interesse, den kleinsten Abstand der Kometenbahn von der Erdbahn zu bestimmen, da derselbe in der That durch seine Kleinheit bemerkenswerth ist. Nach vorstehenden Elementen ist die wahre Anomalie zur Zeit des niedersteigenden Kometen

v = — 33°26′19″5 und der zugehörige Radiusvector r = 1·00302
der zur Sonnenlänge 29°55′42″ gehörige Radiusvector R = 1·00531.

Der Komet ging also innerhalb der Erdbahn in einer Entfernung von 0·00229 an derselben vorüber, dies beträgt in

Meilen ausgedrückt, nach Encke's Sonnenparallaxe nahehin 47.400 Meilen, das ist weniger als der mittlere Abstand des Mondes von der Erde. An diesem Punkte war die Erde am 19. April, während der Komet dort erst am 11. Mai vorbeiging. Es war der kleinste Abstand des Kometen von der Erde am 4·97 Mai, zu welcher Zeit der Komet der Erde auf 0·33561 Theile der Erdbahnhalbaxe nahe kam, das ist etwas mehr als 6,941.000 Meilen.

Die Brechungsquotienten einer Lösung des salpetersauren Wismuthoxydes.

Ausgeführt im k. k. physikalischen Institute.

Von Dr. Leander Ditscheiner.

In dem Berichte der im Jahre 1839 zu Birmingham abgehaltenen Naturforscherversammlung findet sich eine Reihe von Bestimmungen der Brechungsquotienten verschiedener Substanzen von Baden-Powell, welche auch in Poggendorff's Annalen [1]) und von da in verschiedene Lehrbücher übergegangen. Besonders auffalend sind die dort für eine Lösung des salpetersauren Wismuthoxydes gegebenen Quotienten, da dieselben nahezu jenen für destillirtes Wasser gefundenen gleich, ja noch als kleiner verzeichnet worden. Es wäre dies um so beachtenswerther, als die von Baden-Powell untersuchte Lösung nur eine sehr concentrirte sein konnte, indem beim Verdünnen einer solchen Lösung mit Wasser stets unter Abscheidung von Salpetersäure das neutrale Salz als basisches aus der Lösung gefällt wird, eine verdünnte wässerige Lösung also nicht existirt.

Es mag dies die wiederholte Untersuchung einer solchen Lösung rechtfertigen, um somehr als dieselbe von der Baden-Powell'schen ganz verschiedene Resultate lieferte und es wahrscheinlich macht, dass Baden-Powell nur mit Salpetersäure angesäuertes Wasser der Untersuchung unterzog, indem er die oben angegebene Zerlegung des Salzes in Salpetersäure und basisch-salpetersaures Wismuthoxyd beim Auflösen im Wasser übersah.

Das zur Untersuchung verwendete Instrument ist von Meyerstein nach dessen Construction ausgeführt, jedoch dabei die Einrichtung getroffen, nicht blos mit senkrecht austretendem Strahl operiren, sondern auch die gewöhnliche Minimumstellung des Prismas benützen zu können. Der Kreis selbst ist von sechs zu sechs Minuten

---

[1]) Bd. 69, S. 110.

Minuten getheilt und die Mikrometernonien geben drei Secunden an, so, dass die Beobachtungen auf mindestens zehn Secunden genau angesehen werden können.

Eine concentrirte Lösung, welche dadurch erhalten wurde, dass das beim Übergiessen von Krystallen des salpetersauren Wismuthoxydes, $BiO_3.3NO_5+9HO$, mit Wasser anfangs ausgeschiedene basisch-salpetersaure Wismuthoxyd durch Erwärmen wieder vollständig gelöst wurde, ergab bei einer Temperatur von 20°5 C. und bei einem brechenden Winkel des Prismas von 45° 9′ 33″ folgende Deviationen und Brechungsquotienten für die Fraunhofer'schen Linien:

		Gefunden	Berechnet
δ_B	= 21° 46′ 18″	μ_B = 1·43616	= 1·43617
δ_C	= 21 50 0	μ_C = 1·43733	= 1·43743
δ_D	= 22 0 54	μ_D = 1·44076	= 1·44085
δ_E	= 22 14 54	μ_E = 1·44528	= 1·44528
δ_F	= 22 27 30	μ_F = 1·44920	= 1·44924
δ_G	= 22 50 50	μ_G = 1·45651	= 1·45630
δ_H	= 23 10 40	μ_H = 1·46270	= 1·46267.

Die aus allen diesen Beobachtungen gerechnete Dispersionsformel ist

$$\mu = 1{\cdot}42335 + 0{\cdot}60655\,\frac{1}{\lambda^2},$$

wobei λ in Hunderttausendstel des Centimeters auszudrücken ist. Die nach dieser Formel gerechneten Quotienten sind oben den Beobachtungen unmittelbar beigefügt.

Wiederholte Beobachtungen lieferten für die Natriumlinie bei einer Temperatur von 18° C.

$$\delta_D = 22^\circ\ 3'\ 7'' \qquad \mu_D = 1{\cdot}44147$$

und bei 19° C.

$$\delta_D = 22^\circ\ 2'\ 12'' \qquad \mu_D = 1{\cdot}44121$$

eine Differenz, da sie weit über den Beobachtungsfehlern liegt, nur in einer bedeutenden Änderung des Brechungsquotienten mit der Temperatur ihren Grund haben kann. Es schien also wünschenswerth durch Versuche die Grösse dieser Änderung zu bestimmen. Zu diesem Behufe wurde das mit der Lösung gefüllte Prisma längere Zeit, und um ein Verdampfen des Wassers möglichst zu verhindern,

bei verschlossener Öffnung erwärmt, dasselbe sodann auf das Tischchen des Instrumentes gestellt und justirt, das Thermometer eingesenkt und hierauf die betreffende Linie auf das Minimum gestellt. Es konnte diese Minimumstellung stets erst vorgenommen werden, nachdem die Flüssigkeit auf eine Temperatur von ungefähr 30° C. gefallen war, indem bei höherer Temperatur die zu beobachtende Linie nicht scharf genug begrenzt erschien. Die Beobachtung selbst wurde immer so angestellt, dass das Fadenkreuz des Ocularfernrohres auf die Linie eingestellt, sodann schnell die Temperatur abgelesen und hierauf erst die Ablesung an den Mikrometernonien geschah. Bei einem Prismenwinkel von 45° 9′ 33″ wurden für die Natriumlinie bei den folgenden Temperaturen die unten angegebenen Deviationen und die daraus berechneten Brechungsquotienten gefunden:

$t°C$	δ	μ
27·3	21° 55′ 6″	1·43895
25·2	21 56 55	1·43952
24·7	21 57 19	1·43964
23·9	21 57 57	1·43984
23·0	21 58 36	1·44005
22·4	21 59 18	1·44027
21·7	21 59 48	1·44043
20·9	22 0 24	1·44063
20·5	22 0 55	1·44078

Aus diesen Beobachtungen ergibt sich unter Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate die folgende Formel:

$$\mu_D = 1·44625 - 0·00027.t°C.$$

welche für die verschiedenen Temperaturen Quotienten liefert, die mit den Beobachtungen genügend übereinstimmen.

Für die rothe Lithiumlinie, mit welcher die Bestimmungen ganz auf dieselbe Art, wie für die Natriumlinie gemacht wurden, ergab sich:

$t°C$	δ	μ
22·8	21° 45′ 14″	1·43583
21·3	21 46 55	1·43635
20·0	21 47 50	1·43665
19·4	21 48 32	1·43687
18·7	21 48 59	1·43701
18·1	21 49 26	1·43716

welche Beobachtungen der Formel

$$\mu_{Li} = 1·44206 - 0·00027.t°C$$

entsprechen.

Die Versuche die Linien des Wasserstoffgases zu diesen Bestimmungen zu verwenden, gaben keine genügenden Resultate, da sich dieselben als zu lichtschwach herausstellten. Dasselbe gilt von den Fraunhofer'schen Linien, da sie erst bei einer Temperatur von ungefähr 22°C. gesehen werden konnten. Es ist jedoch nach ihnen anzunehmen, dass für die engen Grenzen von etwa 15—30°C. der der Temperatur entsprechende Coëfficient jenen der Natrium- und Lithiumlinie gleich angenommen werden kann, man wird also für diese Temperaturen ohne bedeutenden Fehler setzen können:

$$\mu_B = 1\cdot44154 - 0\cdot00027.t$$
$$\mu_C = 1\cdot44271 - 0\cdot00027.t$$
$$\mu_E = 1\cdot45067 - 0\cdot00027.t$$
$$\mu_F = 1\cdot45459 - 0\cdot00027.t$$
$$\mu_G = 1\cdot46189 - 0\cdot00027.t$$
$$\mu_H = 1\cdot46788 - 0\cdot00027.t$$

Für die Temperatur von 20°5 C. ergaben sich für die rothe und blaue Linie des Wasserstoffgases durch Beobachtung, ebenfalls bei einem Prismenwinkel von 45° 9′ 33″,

$$\delta_\alpha = 21°50'18'', \quad \mu_\alpha = 1\cdot43743$$
$$\delta_\beta = 22\ 27\ 40 \quad \mu_\beta = 1\cdot44923$$

Bei 10°C. wurde die Dichte der Lösung bestimmt als

$$D = 1\cdot5565.$$

Zwei Bestimmungen des Percentgehaltes der Lösung an festem salpetersauren Wismuthoxyde, welche ich der Güte des Herrn Adjuncten Ph. Weselsky verdanke, lieferten folgende Resultate:

3·055 Grm. der Lösung gaben 0·429 Grm. BiO_3
entsprechend 28·45 Pct. $BiO_3.3NO_5+9HO$.

3·110 Grm. der Lösung gaben 0·4375 Grm. BiO_3
entsprechend 28·49 Pct. $BiO_3.3NO_5+9HO$.

In 100 Grm. Gewichtstheilen der Lösung waren also im Mittel 28·47 Gewichtstheile krystallisirten salpetersauren Wismuthoxydes enthalten.

VIII. SITZUNG VOM 17. MÄRZ 1864.

Die Direction der „Ersten k. k. priv. Donau-Dampfschifffahrt-Gesellschaft“ erklärt sich, mit Zuschrift vom 12. März, mit Vergnügen bereit, dem c. M. Herrn Prof. Peters, zu seiner wissenschaftlichen Reise nach der europäischen Türkei die freie Fahrt auf den Schiffen der Gesellschaft von Wien nach Galaz und zurück zu bewilligen.

Die „Société des Sciences Naturelles du Grand-Duché de Luxembourg“ dankt, mit Schreiben vom 9. März, für die Betheilung mit dem akademischen „Anzeiger“.

Herr Director E. Fenzl überreicht im Namen des Herrn Prof. F. Unger eine Abbandlung: „Über einen in der Tertiär-Formation sehr verbreiteten Farn“.

Herr Prof. Seligmann macht eine Mittheilung über einige ethnographische Gegenstände, welche neuerlich vom Herrn Dr. Ried aus Valparaiso für die Novara-Sammlung eingelangt sind.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Bizio, Giovanni, Sopra una concrezione rinvenuta negl'intestini di un cavallo. Analisi chimica. (Dagli Atti del Istituto Veneto 1863 — 64.) Venezia; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LVIII. Nr. 8. Paris, 1864; 4°.

Cosmos. XIII° Année, 24° Volume, 11° Livraison. Paris, 1864; 8°.

Hoffmann, Robert, Bericht über die Wirksamkeit der agricultur-chemischen Untersuchungsstation der k. k. patr.-ökonom. Gesellschaft. Im Jahre 1862. Prag; 4°.

Jahresbericht der Lesehalle der deutschen Studenten in Prag. 1. Juli 1862 — Ende December 1863. Prag, 1864; 8°.

Koller, Marian, Über das Passage-Instrument. (Separatabdruck aus dem 1. Jahreshefte des naturf. Vereins in Brünn.) Brünn, 1863; 8° — Zur Theorie des August'schen Heliostaten. (Aus dem II. Bande der Verhandlungen desselben Vereins.) Brünn. 1864; 8°.

Land- und forstwirthschaftliche Zeitung. XIV. Jahrg. Nr. 8. Wien, 1864; 4°.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt. Jahrg. 1864. II. Heft. Nebst Ergänzungsheft Nr. 12. Gotha; 4°.

Mondes. 2e Année, Tome IV, 10e Livraison. Paris, Tournai, Leipzig, 1864; 8°.

Reader, The. No. 63, Vol. III. London, 1864; Folio.

Simpson, J. Y., On the anatomical Type of structure of the human umbilical Cord and Placenta. (From the Transactions of the R. Society of Edinburgh. Vol. XXIII. Part 2.) Edinburgh, 1863; 4°.

Société Impériale de Medécine de Constantinople: Gazette médicale d'Orient. VII. Année. Nr. 10 — 11. Constantinople, 1864; 4°.

— des Naturalistes de Moscou: Bulletin. Année 1863, Nr. IV. Moscou, 1863; 8°.

Solaro, J. M. Sanna, Nouvelle théorie de la grêle. (Extr. de l'Annuaire de la Société météorologique de France, Tome XI.) Versailles, 1863; 8°.

Sternwarte, k. k. in Wien: Annalen. III. Folge. XII. Band. Jahrg. 1862. Wien, 1863; 8°. — Meteorologische Beobachtungen von 1778 — 1855. IV. Band. 1823 — 1838. Wien, 1863; 8°.

Wiener medizinische Wochenschrift. XIV. Jahrg. Nr. 11. Wien, 1864; 4°.

Zantedeschi, Francesco, Intorno alla spettrometria e chimica astro-atmosferica; all'Ozono studiato ne'suoi rapporti colla elettricità atmosferica e la fotografia; e con un Cenno degli avanzamenti della Meteorologia in Italia. Padova, 1864; 8°.

IX. SITZUNG VOM 31. MÄRZ 1864.

Herr Prof. H. Hlasiwetz übersendet eine vorläufige Notiz „über einige Harze".

Herr Prof. Dr. C. Jelinek, Director der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus, übermittelt ein Schreiben des Reichsrathsabgeordneten und Custos am krainischen Landesmuseum, Herrn Karl Deschmann in Laibach, an die kais. Akademie, über einen im Reifnizer Bezirke und den angrenzenden Gebieten am 21. Februar l. J. stattgehabten merkwürdigen Staubfall, und übersendet gleichzeitig Proben eines andern, in der Nacht vom 21. auf den 22. Jänner l. J. in Österreichisch- und Preussisch-Schlesien gefallenen Meteorstaubes.

Herr Dr. A. Boué berichtet über die neuen Karten der zwei serbischen Kreise Uschitze und Knjesevatz, von den Herren Steph. Obradovitsch und K. Kiko.

Herr Prof. R. Kner spricht über das Vorkommen der sogenannten Thymusdrüse bei Fischen und über die Schwimmblase der Stachelflosser.

Herr Director K. v. Littrow überreicht eine Abhandlung über „Physische Zusammenkünfte von Asteroiden im Jahre 1864". Derselbe übergibt ferner die „Bahnbestimmung des Kometen 1863 II.", von Herrn Dr. Frischauf, Assistenten der k. k. Sternwarte.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Akademie der Wissenschaften, k. bayer.; zu München: Sitzungsberichte. 1863. II. Heft 3 — 4. München, 1863; 8°.

Annalen der Chemie und Pharmacie von Wöhler, Liebig und Kopp. N. R. Bd. LIII. Heft 1 und 2. Leipzig & Heidelberg, 1864; 8°.

— der königl. Sternwarte bei München. IV. Supplementband. Mit 9 lithog. Tafeln. München, 1863; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1446—1467. Altona, 1864; 4°.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des sciences physiques et naturelles. N. P. Tome XIXe, No. 73—74. Genève, Lausanne, Neuchatel, 1864; 8°.

Bond, G. P., On the new form of the achromatic object-glass introduced by Steinheil. (From the Proceedings of the Amer. Acad. of A. & Sc.; Vol. VI.) Cambridge, 1863; 8°.

Bonn, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften. aus dem Jahre 1863. 4° und 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LVIII. No. 9—11 Paris, 1864; 4°.

Cosmos. XIIIe Année, 24e Volume, 12e—13e Livraisons. Paris, 1864; 8°.

Gesellschaft, physikalische, zu Berlin: Die Fortschritte der Physik im Jahre 1861. I. und II. Abtheilung. Berlin, 1863; 8°.

— physikalisch-medicinische zu Würzburg: Würzbürger medicinische Zeitschrift. IV. Bd., 5. und 6. Heft. Würzburg, 1863; 8°.

— Senckenbergische, naturforschende: Abhandlungen. V. Bd., 1. Heft. Frankfurt a/M., 1864; 4°.

— physikalisch-ökonomische zu Königsberg: Schriften. IV. Jahrgang 1863. I. Abtheilung. Königsberg, 1863; 4°.

Grunert, Joh. Aug., Archiv der Mathematik und Physik. XLI. Theil, 3. Heft. Greifswald, 1864; 8°.

Hagen, G., Über die Wärme der Sonnenstrahlen. (Aus den Abhandlungen der Königl. Preuss. Akademie der Wissenschaften in Berlin 1863.) Berlin, 1864; 4°.

Halle, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1863. 4° und 8°.

Institution, The Royal, of Great Britain: Proceedings. Vol. IV. Parts 1 und 2. (No. 37 und 38.) London, 1863; 8° — A List of the Members, Officers, and Professors, 1863. London, 1863; 8°.

Jahrbuch, Neues, für Pharmacie und verwandte Fächer, von F. Vorwerk. Band XXI. Heft 1 & 2. Speyer, 1864; 8°.

Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie etc., von Kopp und Will, für 1862. II. Heft. Giessen, 1864; 8°.

Land- und forstwirthschaftliche Zeitung. XIV. Jahrgang Nr. 9. Wien, 1864; 4°.

List of new nebulae and star-clusters seen at the observatory of Harvard College, 1847—1863. (From the Proceedings of the Amer. Acad. of A. & Sc., Vol. VI.) Cambridge, 1863; 8°.

Marburg, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften für 1862/3. 4°. & 8°.

Mondes. 2ᵉ Année, Tome IV, 11ᵉ — 12ᵉ Livraisons. Paris, Tournai, Leipzig, 1864; 8°.

Moniteur scientifique. 174ᵉ Livraison. Tome VIᵉ. Année 1864. Paris; 4°.

Schlagintweit, Hermann, Adolphe and Robert de, Results of a scientific mission to India and High Asia. Vol. III. Leipzig & London, 1863; 4°.

Reader, The. No. 64—65. Vol. III. London, 1864; Folio.

Società Reale di Napoli: Rendiconto dell' Accademia delle Scienze fisiche e matematiche. Anno II. Fasc. 4.—10, Aprile—Ottobre 1863. Napoli, 1863; 4°.

Société Royal de Sciences de Liège: Mémoires. Tome XVIIIᵉ. Liège, Bruxelles, Paris, 1863; 8°.

Society, The Anthropological of London: The Anthropological Review. No. 3 & 4. November 1863 & February 1864. London; 8°.

— The Chemical: Journal. Ser. 2. Vol. I. Oct. — Dec. 1863. (N. S. No. X—XII.) London, 1863; 8°.

— The Royal Asiatic, of Great Britain & Ireland: Vol. XX, Parts 3 & 4. London, 1863; 8°.

— The Royal, of Edinburgh: Transactions. Vol. XXIII. Part 2. For the Session 1862—63. 4°. — Proceedings. Vol. V. No. 59. For the Session 1862—63; 8°.

Wiener medizin. Wochenschrift. XIV. Jahrg. Nr. 12—13. Wien, 1864; 4°.

Wochen-Blatt der k. k. steierm. Landwirthschafts-Gesellschaft. XIII. Jahrg. Nr. 10. Gratz, 1864; 4°.

Zeitschrift für Chemie und Pharmacie von E. Erlenmeyer. VI. Jahrg. 21,—24. Heft; VII. Jahrg. 4 & 5. Heft. Heidelberg, 1863 & 1864; 8°.

Über einige Harze.

(Vorläufige Notiz.)

Von H. Hlasiwetz.

Ich schicke, um mir und Dr. Barth den Anspruch auf eine umfassende Untersuchung dieser Substanzen zu wahren, derselben diese Notiz voraus, worin ich mittheile, dass ein, von uns bei dem Guajak, dem Galbanum und Ammoniakgummi eingeschlagenes Verfahren der Zersetzung, welches uns dort die sogenannte Protocatechusäure und das Resorcin auffinden liess, auch bei der Benzoë, dem Harze von *Calamus draco*, dem Gummigutt, der Asa foetida und Myrrha zu Resultaten führt, die einen näheren Aufschluss über die chemische Natur und vielleicht auch die physiologische Bedeutung dieser Harze zu geben geeignet sind.

Wir erhielten aus der Benzoë eine, so viel uns bis jetzt scheint, noch nicht bekannte krystallisirte Säure.

Zwei neue Substanzen liefert das Drachenblut, davon die eine sehr schön krystallisirt, die andere, von der Natur einer Säure, sich durch gewisse Farbenreactionen auszeichnet.

Ganz ähnliche, zum Theil schön krystallisirte Körper entstehen aus dem Gummigutt, aus dem wir überdies einmal unter Verhältnissen, die wir nur noch nicht vollkommen in unserer Gewalt haben, auch Phloroglucin darstellten.

Die Asa foetida und die Myrrha endlich geben Säuren, die derjenigen, die wir aus Guajak gewannen, so sehr gleichen, dass ihre Identität wahrscheinlich ist.

Wir hoffen, da die Methoden der Darstellung dieser Körper ziemlich einfach sind, und sie selbst scharf charakterisirte Eigenschaften besitzen, in nicht zu langer Zeit der kaiserlichen Akademie die Einzelheiten unserer Arbeit vorlegen zu können.

Innsbruck, Ostern 1864.

Auszug aus einem Schreiben des Herrn Prof. Dr. Cohn in Breslau, über einen merkwürdigen Schnee- und Staubfall, mitgetheilt von Herrn Prof. und Director der k. k. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus Dr. C. Jelinek.

Am Morgen des 22. Jänner wurde in Breslau wie in der ganzen Umgegend der frische, erst Tags vorher gefallene Schnee, mit einer graugelben Staubschichte bedeckt gefunden, welche im Laufe der vorangehenden Nacht in Begleitung eines starken Südwindes gefallen war. Bald darauf brachten die Zeitungen Nachricht, dass auch an anderen Stellen der Provinz derselbe Staubfall, zum Theil mit heftigem Südorkan, stattgefunden hatte. Dies veranlasste mich, durch die Zeitungen zur Einsendung von Berichten und Staubproben aufzufordern. In Folge dessen erhielt ich aus der ganzen Provinz Schlesien Mittheilungen über dieses sehr grossartige Phänomen, so wie pfundweise gesammelte Staubmassen. Der Staub war aus Wolken, den Himmel verfinsternd, herabgefallen, und durch den Wind in die Zimmer, zwischen die Doppelfenster etc. getrieben und abgelagert worden. Ein Beobachter meint, dass man durch diesen Staub erstickt werden könnte, da Augen, Ohren, Nase und die Hautporen sich durch denselben verstopfen u. dgl. m. Der Ausdehnung nach ist ein Gürtel von Leobschütz, Ratibor und Tarnowitz als Südgrenze, auf beiden Seiten der Oder längs des Gebirges bis etwa zur Breite von Breslau reichend, mit Staub beschüttet worden. Die bisher bekannte Nordgrenze geht am Kohlfurth, Friedeberg am Queis, Breslau, Namslau; darüber hinaus fehlen Nachrichten. Im Ganzen mögen in Schlesien wohl 350 Quadratmeilen mit dem Staub bedeckt sein; über das Quantum sich eine Vorstellung zu machen, genüge die Mittheilung, dass in Ratibor auf 12 Quadratfuss Schnee $8^1/_8$ Loth Staub, also auf die Quadratmeile 130.000 Centner Staub gefallen sind, am Gross-Shehlitz sogar 250.000 Centner auf die Quadratmeile.

In Breslau war die Quantität geringer; doch war auch hier alles gleichmässig überstäubt.

Über einen merkwürdigen Schneefall in der Umgebung von Reifniz am 21. Februar d. J., mitgetheilt von dem Reichsrathsabgeordneten und Custos am krainischen Landesmuseum, Herrn C. Deschmann.

Im heurigen Winter wurde in Unter-Krain in einer Ausdehnung von mehreren Quadratmeilen, eine sehr seltene Naturerscheinung beobachtet, deren nachträgliche Bekanntgebung uns durch die gefälligen Mittheilungen des Herrn Karl Rudež in Reifniz ermöglicht worden ist.

Am 21. Februar l. J. stellte sich in der Umgebung von Reifniz um 11 Uhr Vormittags, bei südöstlichem Wolkenzug, ein ruhiger, äusserst feiner, aus sehr kleinen Gräupchen bestehender Schneefall ein, welcher beiläufig durch eine Stunde anhielt, und die ganze Gegend mit einer gelblichrothen Schichte bedeckte, von einer Mittelfarbe zwischen isabellgelb und ziegelroth, am meisten ähnlich dem Ziegelmehl von alten Backsteinen. Als die Landleute von der sonntäglichen Kirchenandacht zu Mittag in's Freie kamen, trauten sie ihren Augen kaum, und waren im Zweifel, ob sie diese Erscheinung einer Blendung oder einer wirklichen Färbung zuschreiben sollten.

Die gefärbte Schneeschichte war einen Zoll mächtig, durchgehends von gleicher Beschaffenheit. Bald nach 12 Uhr fiel gewöhnlicher Schnee, der jenen vollkommen bedeckte. Als jedoch in den folgenden Tagen bei eingetretenem Thauwetter der obere weisse Schnee geschmolzen war, kam der darunter liegende, gelblichrothe, in seiner ursprünglichen Färbung zum Vorschein, und erhielt mit der Zeit ein mehr bräunliches und schmutziges Aussehen. Noch am 6. März konnte man in der Umgebung von Gottschee derlei gelblichrothe Schneeflächen wahrnehmen.

Der rothe Schneefall erstreckte sich nicht blos auf das Reifnizer und Gottscheer Gebiet, er wurde auch bei Černembl, Strug, in Dürrenkrain und auf der Oblaker Hochebene beobachtet. Die Reifnizer Landleute erinnern sich sehr wohl, dass zur Zeit der französischen Occupation ein ähnliches Phänomen stattgefunden

habe, nur soll der Schnee damals eine mehr intensive, fast blutrothe Färbung gehabt haben.

Das vom Herrn Rudež an das Landesmuseum eingesendete, vom geschmolzenen rothen Schnee herrührende Wasser hat ein opalisirendes Aussehen, und bildete mit der Zeit einen gelblichrothen, feinflockigen Niederschlag, welcher sich unter dem Mikroskope als ein Agglomerat durchsichtiger, meist farb- und formloser Körperchen erwies, deren Grösse zwischen $^1/_{1000}$ und $^1/_{100}$ einer Linie schwankt. Sehr vereinzelt kommen auch gelbliche Schüppchen dazwischen vor. Weder Säuren, noch Alkalien bringen in diesem Niederschlag eine merkliche Veränderung hervor.

Physische Zusammenkünfte von Asteroiden im Jahre 1864.

Von dem w. M. Karl v. Littrow.

Ich habe die vor Kurzem in Angriff genommene Fortsetzung meiner, für sechsunddreissig Asteroiden allgemein durchgeführte Untersuchung (Denkschriften mathematisch-naturwissenschaftlicher Classe der kais. Akademie der Wissenschaften, XVI. Band) einstweilen wieder ruhen lassen müssen, weil sich die Hoffnung, mit welcher ich diese Fortsetzung begonnen hatte, dass nämlich eine erkleckliche Anzahl dieser Himmelskörper in ihren Bahnen während der Arbeit hinreichend festgestellt würden, nicht erfüllt hat. Wie sich aus nachstehender Übersicht ergibt, wären kaum für zwanzig weitere Asteroiden so sichere Elemente vorhanden, dass man dieselben in jener allgemeinen Weise wie die ersten sechsunddreissig behandeln könnte. Ich sehe mich also neuerdings gezwungen, zur Ergänzung jener Arbeit für das laufende Jahr den empirischen Weg einer Durchsicht der Ephemeriden später entdeckter Himmelskörper jener Gruppe einzuschlagen.

Es konnten so bis einschliesslich Cybele (65) alle Asteroiden in Betracht gezogen werden, ferner Asia (67), Hesperia (69), Niobe (71), Feronia (72), Clytia (73), Galatea (74), Frigga (77) und Diana (78), so dass nur folgende sechs der bisher bekannten Himmelskörper dieser Art unbeachtet blieben:

Maja (66)
Leto (68)
Panopea (70)
Eurydice (75)
Freia (76)
Eurynome (79)

Die Bahnelemente der Planeten (1) bis einschliesslich (40) sind wohl alle als sicher anzusehen, ebenso die von (42) bis einschliesslich (56), vielleicht noch (59) bis einschliesslich (63) und (65). Alle übrigen Asteroiden haben als mehr oder minder unsicher bestimmt zu gelten, und wäre in Bezug auf die einzelnen Planeten folgendes zu bemerken:

(41) Daphne, die Ephemeride wich in der letzten Opposition ab um $1^1/_4{}^m$ in Rectascension und 9′ in Declination.

(57) Mnemosyne, Abweichungen in der letzten Opposition: $^3/_4{}^m$ und 5′.

(58) Concordia, erst heuer wieder aufgefunden. Die von Herrn Oppolzer gerechneten Elemente, welche mit denen des Herrn Sonndorfer sehr nahe übereinstimmen, weichen von der Beobachtung ab um 5^m und 16′.

(64) Angelina. Die Elemente gründen sich auf die erste und einen Normalort der dritten Opposition. Dieselben sind sehr wenig von Oppolzer's neuester Rechnung verschieden, daher wohl ziemlich verlässig.

(67) Asia. Die Elemente sind aus zwei Oppositionen abgeleitet und weichen in der dritten, eben stattfindenden Erscheinung ab um 33^s und $2^1/_2$′.

(69) Hesperia. Die noch nicht verbesserten Elemente differirten von der Beobachtung um $3^1/_2{}^m$ und 11′.

(71) Niobe, (72) Feronia: die Elemente sind zwei Oppositionen angeschlossen also wohl ziemlich sicher.

(73) Clytia mit Elementen aus einer einzigen Opposition, seitdem nicht beobachtet, also unsicher.

(74) Galatea wich in der eben stattfindenden, zweiten Opposition nur um 6^s und 1′ ab, also ziemlich sicher.

(77) Frigga, (78) Diana: nur in einer Opposition beobachtet, die zweite steht erst bevor.

Unter den verglichenen Planeten hätten demnach Daphne (41), Mnemosyne (57), Concordia (58), Hesperia (69) und wohl auch

Clytia (73), Frigga (77), Diana (78) noch so unverlässige Elemente, dass man darauf keine sicheren Schlüsse in Betreff der gegenseitigen Annäherungen bauen kann, wesshalb solche Annäherungen hier aufgeführt wurden, auch wenn dieselben, an sich zu grosse gegenseitige Distanzen gegeben hätten.

In Bezug auf die oben erwähnten sechs nicht verglichenen Asteroiden ist zu bemerken, dass die Ephemeriden der ersten vier zwar im Supplement des Nautical Almanac noch vorkommen, allein deren Vergleichung wäre ganz nutzlos gewesen, weil

(66) Maja seit der ersten beobachteten Opposition im Jahre 1861 nicht wieder gefunden und auch damals nur durch sechs Wochen gesehen wurde;

(68) Leto's Ephemeride sich auf Elemente gründet, bei denen die mittlere tägliche Bewegung um beiläufig 24″ fehlerhaft ist;

(70) Panopea noch mit Dunér's Elementen berechnet ist, die bereits in der vorigen Opposition um $8^1/_4{}^m$ und $1^1/_2{}^\circ$ abwichen;

(75) Eurydice's Ephemeride auf sehr rohen Elementen beruht, die eine um 3″ falsche mittlere tägliche Bewegung ausweisen,

von den beiden anderen jener sechs Planeten: Freia (76) und Eurynome (79) fehlen die Ephemeriden, wie denn die letztere erst im vorigen Herbste entdeckt wurde.

Von nachstehenden Planeten wurden die Ephemeriden des Nautical Almanac zur Vergleichung benützt:

(5) Astraea,
(17) Thetis,
(42) Isis,
(50) Virginia,
(57) Mnemosyne,
(58) Concordia,
(69) Hesperia,
(73) Clytia;

für die übrigen Asteroiden wurden die Ephemeriden im Berliner Jahrbuche genommen.

Im Ganzen ergaben sich so folgende Fälle mit wechselseitigen Distanzen nahe an 0·1 der halben Grossen Erdbahnaxe. Die Culminationszeit bezieht sich auf beliebig einen der beiden Planeten und so wie die halben Tagbogen auf die geographische Lage von Berlin.

Eunomia (15) — Diana (78)

1864	Gegens. Dist.	Mittl. Z. d. Culm.	Halb. Tagb.
Jänner 11.	0·137	22h 6m	2h 59m
„ 21.	0·134	21 43	2 59
„ 31.	0·140	21 21	2 59

Diese Combination hier nur wegen Unsicherheit der Elemente von Diana aufgeführt.

Themis (24) — Frigga (77)

1864	Gegens. Dist.	Mittl. Z. d. Culm.	Halb. Tagb.
April 30.	0·109	7h 18m	7h 18m
Mai 10.	0·107	6 45	7 15
„ 20.	0·104	6 13	7 10
„ 30.	0·105	5 43	7 5
Juni 9.	0·108	5 14	6 59

Euterpe (27) — Polyhymnia (33)

1864	Gegens. Dist.	Mittl. Z. d. Culm.	Halb. Tagb.
Juni 9.	0·120	21h 22m	7h 19m
„ 19.	0·093	21 3	7 28
„ 29.	0·083	20 44	7 37
Juli 9.	0·093	20 26	7 45
„ 19.	0·118	20 8	7 52

Hebe (6) — Ausonia (63)

1864	Gegens. Dist.	Mittl. Z. d. Culm.	Halb. Tagb.
Juli 29.	0·128	0h 36m	7h 33m
August 8.	0·105	0 14	7 28
„ 18.	0·096	23 51	7 22
„ 28.	0·106	23 28	7 16
September 7.	0·134	23 5	7 10

Hebe (11) (6) — Parthenope

1864		Gegens. Dist.	Mittl. Z. d. Culm.	Halb. Tagb.
August	18.	0·107	23h 51m	7h 22m
„	28.	0·093	23 28	7 16
September	7.	0·084	23 5	7 10
„	17.	0·083	22 42	7 4
„	27.	0·089	22 18	6 58
October	7.	0·101	21 54	6 52

Parthenope (11) — Melpomene (18)

1864		Gegens. Dist.	Mittl. Z. d. Culm.	Halb. Tagb.
November	6.	0·078	20h 34m	6h 27m
„	16.	0·059	20 8	6 21
„	26.	0·044	19 41	6 15
December	6.	0·037	19 14	6 9
„	16.	0·043	18 46	6 4
„	26.	0·058	18 16	6 1
„	36.	0·076	17 45	5 58

Asia (67) — Feronia (72)

1864		Gegens. Dist.	Mittl. Z. d. Culm.	Halb. Tagb.
December	16.	0·105	21h 25m	4h 33m
„	26.	0·099	21 6	4 26
„	36.	0·095	20 46	4 21

Der Lauf dieser beiden Planeten ist vom Monate October an sehr ähnlich, die kürzeste wechselseitige Distanz fällt in das nächste Jahr.

Andere Combinationen wie Parthenope (11) — Ausonia (63) (Juli 19, gegenseitige Distanz 0·134), Melpomene (18) — Ausonia (63) (September 27, Distanz 0·121), Calliope (22) — Virginia (50) (December 26, Distanz 0·146) wurde nicht aufgeführt, da einerseits die Elemente dieser Himmelskörper sicher, andererseits die wechselseitigen Annäherungen nicht bedeutend genug sind. Möglicherweise interessant wären noch die Combinationen: Melete (58) — Concordia (56) im November und Clytia (73) — Echo (60). Die beiden letzten Planeten haben das ganze Jahr hindurch ähnlichen Lauf. Beide Combinationen wurden nicht näher untersucht, da die Bahnen der betreffenden Himmelskörper noch zu unbestimmt sind.

Von den oben aufgeführten Combinationen waren Euterpe (27) — Polyhymnia (33), Hebe (6) — Parthenope (11) und Parthenope (11) — Melpomene (18) bereits in meiner ursprünglichen Behandlung dieses Gegenstandes (l. c. p. 46) vorausgesagt. Die letztere Combination (Parthenope - Melpomene) ist die bemerkenswertheste des laufenden Jahres. Die Enge der Zusammenkunft wurde unter den bisher rechtzeitig bekannt gewordenen Annäherungen nur von Pales-Pandora im Jahre 1863 nahe erreicht und von Irene-Metis im Jahre 1860 übertroffen. Die betreffenden Planeten gehören zu den grösseren ihrer Art und bleiben etwa drei Monate in gegenseitiger Entfernung unter 0·1. Immerhin aber ist auch diese Näherung nicht bedeutend genug, um von vorneherein irgend besondere Wirkung erwarten zu lassen.

Vorstehende Arbeit gab noch zu einigen Bemerkungen Veranlassung, die ohne allen Anspruch auf Vollständigkeit hier ihren Platz finden mögen.

Enge Bahnnähen, aber ohne einstweilen zu physischen Zusammenkünften zu führen, scheinen vorzukommen bei

Partenope (11) — Ausonia (63)

Egeria (13) — Melete (56)

Hygiea (10) und Leucothea (35) näherten sich Ende 1863 einander ziemlich, Astraea (5) und Diana (78) kommen vielleicht im nächsten Jahre einander nahe. Einen sehr ähnlichen Lauf durch das ganze Jahr haben Pomona (32) und Melete (56). Optische Näherungen ereignen sich unter anderen bei Themis (24) — Feronia (72) (November, $^1/_4{}^0$), Polyhymnia (33) — Fides (37) (Ende März, 3—4 Bogenminuten), Melete (56) — Feronia (72) (Ende Juli, wenige Minuten und in geringer Entfernung von Frigga (77)), Virginia (50) — Hestia (46) (Mitte März, $^1/_2{}^0$).

Bahnbestimmung des Kometen 1863 II.

Von Dr. Johann Frischauf,

Assistent der k. k. Sternwarte.

Der Komet 1863 II. wurde von Dr. W. Klinkerfues den 11. April zu Göttingen entdeckt und bis Mitte November beobachtet Derselbe erschien zur Zeit der Entdeckung als heller Nebel mit deutlichem Kerne und schwacher Schweifspur. Im Monate Mai war der Komet mit freiem Auge sichtbar und in der Mitte dieses Monats konnte der Schweif bis zu einer Länge von 3° verfolgt werden; ein eigentlicher Kern war nicht erkennbar, wohl aber ein stark verdichtetes Centrum. Im Juli und August erschien die in der Mitte verdichtete Lichtmasse wie ein Kernpunkt.

Das in Folge der langen Sichtbarkeit des Kometen entstandene reiche Beobachtungsmateriale bewog mich, eine genaue Bahnbestimmung vorzunehmen und hiezu dienten mir als Ausgangspunkt die von Herrn Oppolzer in den astronomischen Nachrichten Nr. 1431 angegebenen Elemente, mit welchen nachstehende Beobachtungen verglichen wurden, wobei sich im Sinne Beobachtung — Rechnung folgende Unterschiede zeigten:

Nr.	Datum mittl. Greenw. Zeit	Beobachtungsort	B—R	
			$d\alpha$	$d\delta$
1	April 13	Berlin	+ 0ˢ43	+ 15ʺ7
2	„ 13	Paris	+ 0·34	+ 6·0
3	„ 14	Berlin	+ 0·53	+ 16·4
4	„ 14	Leipzig	+ 0·86	+ 22·5
5	„ 15	Florenz	+ 1·07	+ 7·7
6	„ 15	Berlin	+ 0·85	+ 18·0
7	„ 15	Leipzig	+ 0·80	+ 20·6
8	„ 15	Wien	+ 0·68	+ 1·8
9	„ 15	Leipzig	+ 0·85	+ 21·5
10	„ 16	„	+ 0·15	+ 18·4
11	„ 16	Breslau	+ 0·42	+ 18·8
12	„ 16	Wien	— 0·21	+ 32·1

Nr.	Datum mittl. Greenw. Zeit	Beobachtungsort	B—R	
			$d\alpha$	$d\delta$
13	April 16	Breslau	+ 0ˢ06	+ 8″0
14	„ 16	Wien	+ 0·75	+ 7·0
15	„ 16	Leyton	+ 0·43	+ 15·3
16	„ 16	Florenz	— 0·17	+ 32·2
17	„ 16	Leyton	— 0·16	+ 16·0
18	„ 17	Leipzig	+ 0·30	+ 22·3
19	„ 17	Berlin	+ 0·66	+ 23·2
20	„ 17	Florenz	+ 0·20	+ 29·4
21	„ 30	Kopenhagen	— 0·16	+ 45·3
22	„ 30	Leiden	— 0·31	+ 50·8
23	Mai 1	Kopenhagen . . .	+ 0·24	+ 61·5
24	„ 1	Leiden	+ 0·13	+ 38·0
25	„ 1	„	— 0·15	+ 34·5
26	„ 2	Lübeck	— 0·27	+ 51·0
27	„ 2	Leiden	— 0·11	+ 36·2
28	„ 2	„	+ 0·19	+ 28·9
29	„ 3	Lübeck	— 0·37	+ 32·2
30	„ 3	Kopenhagen	— 0·91	+ 39·1
31	„ 15	Kremsmünster . . .	— 6·26	+ 11·6
32	„ 15	Leiden	— 4·27	+ 17·7
33	„ 15	Washington	— 4·12	+ 16·7
34	„ 16	Kremsmünster . . .	— 6·24	+ 20·5
35	„ 16	Washington	— 3·57	+ 8·6
36	„ 17	Kremsmünster . . .	— 7·76	+ 10·4
37	„ 17	Leiden	— 6·28	— 3·9
38	„ 17	Hamilton	— 3·53	+ 10·2
39	„ 18	„	— 4·31	+ 13·0
40	„ 19	Wien	— 4·81	+ 6·0
41	„ 19	Washington	— 5·51	+ 9·6
42	„ 21	Hamilton	— 4·21	+ 19·6
43	„ 21	Washington	— 4·87	+ 2·6
44	„ 22	„	— 5·64	+ 5·8
45	„ 22	Hamilton	— 5·22	+ 2·5
46	„ 23	Washington	— 4·03	+ 4·9
47	Juni 15	Florenz	+ 0·28	+ 14·2
48	„ 17	Kremsmünster . . .	+ 0·16	— 0·8
49	„ 18	„ . . .	— 0·57	+ 3·2
50	„ 18	Wien	+ 1·03	+ 9·5
51	„ 18	Florenz	— 0·74	+ 13·4
52	„ 18	Leipzig	— 0·89	+ 0·7
53	„ 20	Kremsmünster . . .	— 2·83	— 0·9
54	„ 20	Florenz	+ 0·38	+ 5·5
55	„ 22	„	(— 14·81)	+ 12·5
56	„ 23	„	+ 0·42	+ 3·5
57	„ 25	Kremsmünster . . .	— 0·94	+ 15·4

Nr.	Datum mittl. Greenw. Zeit	Beobachtungsort	B—R $d\alpha$	B—R $d\delta$
58	Juli 14	Josephstadt	+ 0ˢ45	+ 10ʺ4
59	„ 15	„	+ 1·13	+ 4·9
60	„ 17	„	+ 0.67	+ 9·6
61	„ 18	Hamilton	+ 1·20	+ 5·7
62	„ 19	Kremsmünster . . .	— 0·02	+ 10·6
63	„ 19	Josephstadt	+ 0·28	+ 13·3
64	„ 21	Kremsmünster . . .	+ 1·14	+ 11·0
65	„ 21	Florenz	+ 2·47	+ 3·0
66	„ 21	Hamilton	+ 0·70	+ 8·4
67	„ 22	Josephstadt	+ 0·16	+ 7·6
68	„ 22	Florenz	+ 2·05	(— 12·2)
69	„ 23	„	+ 2·23	+ 13·0
70	Aug. 10	Hamilton	+ 1·82	+ 4·0
71	„ 12	„	+ 1·05	+ 9·8
72	„ 14	Kremsmünster . . .	+ 0·48	(— 15·6)
73	„ 14	Hamilton	+ 1·24	+ 7·3
74	„ 15	Kremsmünster . . .	+ 1·26	+ 7·8
75	„ 16	Kopenhagen	+ 1·14	+ 6·3
76	„ 17	Leyton	+ 2·31	+ 4·7
77	„ 19	Kopenhagen	+ 1·54	+ 7·3
78	Octob. 1	„	+ 0·74	+ 18·3
79	„ 3	Leipzig	+ 0·70	+ 6·8
80	„ 3	„	+ 1·16	+ 13·0
81	„ 4	„	+ 0·84	+ 6·3
82	„ 7	„	+ 0·38	+ 13·2
83	„ 7	Pulkowa	+ 1·91	+ 6·7
84	„ 8	Leipzig	(— 0·31)	+ 17·1
85	„ 11	Pulkowa	+ 2·05	+ 18·4
86	„ 13	„	+ 1·72	+ 11·4
87	Nov. 9	„	+ 2·99	+ 8·6
88	„ 9	„	+ 3·32	+ 7·3
89	„ 14	„	+ 3·46	+ 3·6
90	„ 14	„	+ 3·66	+ 8·4
91	„ 15	„	+ 3·61	+ 13·6

Die eingeklammerten Unterschiede wurden ausgeschlossen.

Diese Unterschiede theilte ich in folgende acht Gruppen:

Nr.	Datum	$d\alpha$	$d\delta$
I. 1—20	April 16·0	+ 0ˢ44	+ 17ʺ6
II. 21—30	Mai 2·0	— 0·17	+ 41·7
III. 31—46	„ 19·0	— 5·04	+ 9·8
IV. 47—57	Juni 19·0	— 0·41	+ 5·9

Nr.	Datum	$d\alpha$	$d\delta$
V. 58—69	Juli 20·0	+ 1·06	+ 8"9
VI. 70—77	Aug. 15·0	+ 1·36	+ 6·7
VII. 78—86	Octob. 6·0	+ 1·18	+ 12·4
VIII. 87—91	Nov. 12·0	+ 3·41	+ 8·2

Diese Correctionen, an die berechneten Orte angebracht, geben folgende acht auf das mittlere Äquinoctium 1863·0 bezogene Normalorte:

	Datum mittl. Greenw. Zeit.	mittl. Rectascension.	mittl. Declination.
I.	April 16·0	307°51' 6"8	+ 6°34'28"5
II.	Mai 2·0	298 53 33·6	+ 51 23 31·7
III.	„ 19·0	239 38 39·4	+ 79 52 32·0
IV.	Juni 19·0	165 33 13·4	+ 67 21 44·7
V.	Juli 20·0	165 59 0·4	+ 59 43 17·2
VI.	Aug. 15·0	170 42 38·1	+ 56 53 17·9
VII.	Octob. 6·0	183 1 49·0	+ 58 13 10·1
VIII.	Nov. 12·0	191 46 51·5	+ 65 26 23·2

Durch frühere Rechnungen hatte ich mir folgendes Elementensystem abgeleitet:

T = April 4·90798 mittl. Greenw. Zeit.
$\log q$ = 0·028608
π = 255°15'48"3 } mittl. Äquinoctium 1863·0
Ω = 251 15 36·9 }
i = 112 37 46·4,

welches die acht Normalorte folgendermassen darstellte:

	$d\alpha \cos\delta$	$d\delta$
I.	— 4"4	+ 5"4
II.	— 6·4	+ 7·1
III.	— 0·8	— 5·3
IV.	+ 3·0	+ 1·6
V.	+ 8·6	— 0·2
VI.	+ 9·1	— 3·5
VII.	+ 0·2	— 0·5
VIII.	+ 7·4	— 4·8.

Für diese Orte erhielt ich folgende Differentialformeln:

Für $d\alpha \cos\delta$

		dT	$d \log q$	di	$d\Omega$	$d\pi =$
I.	+ 1·8713	− 0·5474	− 0·1931	+ 0·9205	− 0·2654	− 4′4
II.	+ 1·1886	− 0·5589	− 0·5669	+ 0·5675	+ 0·1028	− 6·4
III.	+ 1·0802	+ 0·1329	− 1·1019	+ 1·1439	− 0·3156	− 0·8
IV.	+ 0·7249	+ 0·4334	− 0·1693	+ 1·0486	− 0·7262	+ 3·0
V.	+ 0·6426	+ 0·3705	− 0·1616	+ 1·0226	− 0·7362	+ 8·6
VI.	+ 0·5972	+ 0·3453	− 0·2212	+ 1·0186	− 0·7540	+ 9·1
VII.	+ 0·5408	+ 0·3214	− 0·4034	+ 0·9773	− 0·7975	+ 0·3
VIII.	+ 0·5099	+ 0·3078	− 0·5596	+ 0·8905	− 0·8130	+ 7·4

Für $d\delta$

		dT	$d \log q$	di	$d\Omega$	$d\pi =$
I.	− 6·2568	− 0·3344	− 0·0600	− 1·8244	+ 1·4417	+ 5′4
II.	− 5·0630	− 0·6633	+ 0·4801	− 2·5888	+ 1·4353	+ 7·1
III.	− 1·1157	− 0·6501	− 0·1201	− 1·0477	+ 0·8169	− 5·3
IV.	− 0·4641	− 0·1147	− 0·8495	− 0·0925	+ 0·2221	+ 1·6
V.	− 0·4989	− 0·1080	− 0·7568	− 0·3000	+ 0·2267	− 0·2
VI.	− 0·4889	− 0·1219	− 0·7222	− 0·4437	+ 0·2588	− 3·5
VII.	− 0·4754	− 0·1700	− 0·7255	− 0·7725	+ 0·3931	− 0·5
VIII.	− 0·4525	− 0·2225	− 0·7497	− 1·1010	+ 0·5659	− 4·8

dT ist in Einheiten der dritten, $d \log q$ der sechsten Decimale ausgedrückt.

Aus diesen Gleichungen werden folgende Normalgleichungen abgeleitet:

	dT	$d \log q$	di	$d\Omega$	$d\pi =$
+ 75·0872	+ 6·1680	− 3·1984	+ 33·6077	− 20·9953	− 59′280
+ 6·1680	+ 2·3974	+ 0·0897	+ 4·6351	− 3·5800	+ 14·547
− 3·1984	+ 0·0897	+ 5·3046	+ 0·2161	+ 0·7733	+ 5·699
+ 33·6077	+ 4·6351	− 2·2161	+ 20·6409	− 12·6668	+ 5·273
− 20·9953	− 3·5800	+ 0·7733	− 12·6668	+ 8·5661	− 11·750.

Aus diesen Gleichungen ergeben sich folgende Correctionen der Elemente:

$$
\begin{aligned}
dT &= -\ \ 3{\cdot}668 \\
d \log q &= -\ \ 1{\cdot}27 \\
di &= +\ \ 0{\cdot}11 \\
d\Omega &= -\ \ 1{\cdot}79 \\
d\pi &= -\ 13{\cdot}54.
\end{aligned}
$$

Werden diese Correctionen an obige Elemente angebracht, so erhält man folgende wahrscheinlichste Parabel:

T April 4·904312 mittl. Green. Zeit = 4·941528 mittl. Berl. Zeit.

$$
\begin{aligned}
\log q &= 0{\cdot}0286067 \\
\pi &= 255^\circ 15' 34''76 \\
\Omega &= 251\ \ 15\ \ 35{\cdot}11 \\
i &= 112\ \ 37\ \ 46{\cdot}51.
\end{aligned}
\quad \Big\}\ \text{mittl. Äquinoctium } 1863{\cdot}0
$$

Die Normalorte werden übereinstimmend aus directer Rechnung und Differentialformeln dargestellt:

	$d\alpha \cos \delta$	$d\delta$
I.	− 0''1	− 1''7
II.	− 0·3	+ 2·4
III.	+ 1·2	− 1·0
IV.	− 1·7	+ 2·7
V.	+ 3·3	+ 0·4
VI.	+ 3·4	− 2·8
VII.	− 6·3	+ 1·5
VIII.	+ 0·3	− 1·0.

Da die wahre Anomalie des letzten Ortes über 110° beträgt, so halte ich bei dieser Darstellung der Normalorte eine beträchtliche Abweichung der wahren Bahn von der Parabel für unwahrscheinlich.

Analyse der Constantinsquelle zu Gleichenberg in Steiermark.

Von dem w. M. Dr. J. Gottlieb.

(Vorgelegt in der Sitzung vom 10. März 1864.)

Die genannte Quelle entspringt einer Trachytspalte am Fusse des Sulzkogels im Curorte Gleichenberg selbst und hat eine aus Basalttuffstein hergestellte brunnenartige Fassung von 3 Fuss Durchmesser und 24 Fuss Höhe. Unten, über der Quelle liegt eine durchlöcherte Steinplatte, auf welcher ein, aus reinem Zinn angefertigter, Trichter ruht, dessen nach aufwärts gerichtetes Rohr 19 Fuss lang und 1 $^1/_2$ Zoll weit ist. An seinem Ende ist dieses Rohr mit einer, nach abwärts gebogenen, gläsernen Ausflussröhre verbunden. Der Trichter liegt auf der erwähnten Steinplatte einfach auf, ohne festgekittet zu sein; ein Theil des Wassers steigt daher neben dem Trichter in den Brunnen, ein anderer erhebt sich aber in dem Trichterrohr und fliesst oben aus, begleitet von zahlreichen, grossen Gasblasen. Auch in dem im Schachte der Fassung sich ansammelnden Wasser steigt beständig reichlich Gas empor, welches das Wasser in steter Bewegung erhält.

Zum Curgebrauche an der Quelle, selbst dient das aus dem Zinnrohr strömende Wasser und die unten anzuführenden analytischen Daten beziehen sich ausschliesslich auf solches Wasser, wie es unmittelbar von den Curgästen genommen zu werden pflegt.

Professor Schrötter, welcher die Quelle im Jahre 1834 analysirte, wo sie noch nicht gefasst war, ermittelte die binnen 24 Stunden von der Constantinsquelle gelieferte Wassermenge zu 1800 österreichische Eimer. Nach Beobachtungen des gegenwärtigen ersten Brunnenarztes des Curortes, Dr. Prášil, beträgt die Quantität des unter den gegenwärtigen Umständen aus dem Trichterrohre fliessenden Wassers täglich 806 österr. Eimer.

Die Temperatur der Quelle liegt, sehr unabhängig von der Lufttemperatur, nach Schrötter bei 16·4° C. Das specifische Gewicht bestimmte Schrötter auf 1·00563.

Das Mittel von drei sehr nahe miteinander übereinstimmenden Bestimmungen, welche ich ausführte, führt zu der Ziffer 1·00572.

Das Wasser perlt sehr lebhaft und besitzt den angenehm-salzigen Geschmack eines starken Natronsäuerlings.

Qualitative Analyse.

Die qualitative Analyse der Constantinsquelle wurde nach bekannten Methoden durchgeführt und dabei auf etwa vorhandene seltenere Bestandtheile Rücksicht genommen.

In wägbarer Menge liessen sich nachweisen: Natrium, Kalium, Lithium, Calcium, Barium, Magnesium, Aluminium, Eisen, Mangan, Chlor, Schwefelsäure, Phosphorsäure, Kieselsäure und Kohlensäure.

Jod und Brom konnte ich nicht auffinden, obwohl ich grosse Mengen der, durch Kochen des Wassers und Abfiltriren der kohlensauren Erden von diesen befreiten, Alkalisalze nach dem Eintrocknen im Wasserbade mit 90 Pct. Weingeist extrahirte und den Abdampfungsrückstand mit Palladiumlösung, Stärkemehl etc. auf Jod, behufs der Nachweisung des Broms aber mit Chlor und Schwefelkohlenstoff sorgfältig prüfte.

Auch Fluor konnte ich nicht auffinden, ebenso wenig Titansäure, welche ich bei der Kieselsäure und Thonerde aufsuchte.

Durch Schwefelwasserstoff fällbare Substanzen, so wie Ammoniak und Salpetersäure sind gleichfalls nicht vorhanden.

Da der Verdampfungsrückstand bei beginnendem Glühen völlig weiss bleibt, so ist auch keine organische Substanz gegenwärtig. Das bei der quantitativen Bestimmung des Kalis erhaltene Platindoppelchlorid verwendete ich um Cäsium und Rubidium aufzusuchen. Vor dem Spectralapparate zeigte sich aber keine Spur der betreffenden Linien. Dagegen konnte mittelst des Spectralapparates neben dem in wägbarer Menge vorhandenen Baryt, als Begleiter des Kalkes, Strontium wahrgenommen werden.

Quantitative Analyse.

Bestimmung der Gesammtmenge der fixen Bestandtheile.

	In 10000 Theilen
371·7855 Grm. Wasser hinterliessen im Platinschälchen abgedampft einen Rückstand, der bei 200° C. getrocknet 2·0177 Grm. wog, entsprechend	54·2710
306·4 Grm. gaben 1·664 Grm. Rückstand entsprechend	54·3080
im Mittel also . . .	54·2870

Bestimmung der Schwefelsäure.

		In 10000 Theilen
1527·9 Grm. Wasser gaben 0·1985 Grm. schwefelsauren Baryt, entsprechend	Schwefelsäure	0 4461
695·4 Grm. gaben 0·0905 Grm. schwefelsauren Baryt, entsprechend	„	0·4468
909·747 Grm. gaben 0·1195 Grm. schwefelsauren Baryt, entsprechend	„	0·4510
im Mittel . .	„	0·4479

Bestimmung des Chlors.

148·381 Grm. Wasser gaben 0·6641 Grm. Chlorsilber und 0·0067 Grm. Silber, entsprechend	Chlor	11·2481
62·3875 Grm. Wasser gaben 0·2726 Chlorsilber und 0·0078 Grm. Silber, entsprechend	„	11·2210
im Mittel . .	„	11·2345

Bestimmung der Kieselsäure.

Diese wurde in gewöhnlicher Weise ausgeführt:

7012	Grm.	Wasser	gaben	0·1940	Grm.	Kieselsäure,	somit	0·6441
3055·1	„	„	„	0·1915	„	„	„	0·6260
2996·1	„	„	„	0·1917	„	„	„	0·6398
							im Mittel . .	0·6369

Da aber die Kieselsäure kleine Mengen schwefelsauren Baryts enthielt, so wurde dieser in der unten angegebenen Weise in einer gewogenen Quantität der Kieselsäure bestimmt. Nach Abzug des gefundenen Barytgehaltes beziffert sich die Menge der Kieselsäure im Mittel auf 0·6349.

Bestimmung des Eisens, Mangans, der Thonerde und der Phosphorsäure.

Die quantitative Ausmittlung der oben genannten Bestandtheile erfolgte in der Weise, dass nachdem die Kieselsäure abgeschieden war, die davon abfiltrirte Flüssigkeit mit Ammoniak gesättigt und mit Schwefelammonium gefällt wurde. Die Lösung des Niederschlages in Salzsäure, mit chlorsaurem Kali erwärmt und hierauf mit Weinsäure versetzt, gab mit Schwefelammonium einen Niederschlag von Schwefeleisen und Schwefelmangan. Die beiden Metalle wurden in bekannter Weise mitteist kohlensauren Baryts getrennt. Die Fällung des Mangans geschah durch kohlensaures Natron.

Die von den Schwefelmetallen abfiltrirte Flüssigkeit, nach Zusatz von salpetersaurem Natron in einer grossen Platinschale zur Trockne gebracht und geglüht, gab, nachdem der Rückstand in verdünnter Salpetersäure gelöst, filtrirt und mit Ammoniak versetzt worden war, einen Niederschlag von phosphorsaurer Thonerde, welcher in soferne als neutrales Salz angenommen werden muss, als in der, davon abfiltrirten Flüssigkeit auf Zusatz von Bittersalz noch eine krystallinische Fällung von phosphorsaurer Bittererde-Ammoniak erfolgte. Zu diesen Bestimmungen wurden 12038·1 Grm. Wasser verwendet. Diese gaben

		In 10.000 Theilen
0·0285	Grm. Eisenoxyd entsprechend Eisenoxydul	0·0246
0·005	„ Manganoxyduloxyd, entsprechend Manganoxydul . . .	0·0035
0·0095	„ phosphorsaure Thonerde, entsprechend	0·0079
0·016	„ pyrophosphorsaure Bittererde, somit Phosphorsäure .	0·0085

Bestimmung des Kalkes.

Nachdem durch Eindampfen mit Salzsäure und Fällung des Filtrates mit Schwefelammonium Kieselsäure, Eisen, Mangan, Thonerde und Phosphorsäure entfernt waren, wurde der Kalk als oxalsaures Salz gefällt, dieses in Salzsäure gelöst, mit Ammoniak und etwas oxalsauren Ammoniak neuerdings niedergeschlagen und nach dem Trocknen geglüht. Den so gewonnenen Kalk löste ich in Salzsäure, versetzte die Flüssigkeit mit Weingeist und verdünnter Schwefelsäure und wusch den Niederschlag mit Weingeist. Der Kalk wurde dann als wasserfreies schwefelsaures Salz gewogen.

		In 10.000 Theilen
3012 Grm. Wasser gaben 1·451 Grm. schwefelsauren Kalk, entsprechend	Kalk	1·9835
3055·1 Grm. Wasser gaben 1·473 Grm. schwefelsauren Kalk, entsprechend	„	1·9853
im Mittel . .	„	1·9844

Bestimmung des Baryts.

Obwohl der aus dem Wasser abgeschiedene Kalk mittelst des Spectralapparates die Anwesenheit von Baryt und Strontian deutlich erkennen liess, so war es doch nicht möglich durch die bekannten Trennungsmethoden aus dem durch Kochen des Wassers gewonnenen Gemenge der kohlensauren alkalischen Erden und kohlensauren

Bittererde Strontian und Baryt abzuscheiden. Ein Theil des vorhandenen Baryts fand sich aber als schwefelsaures Salz der durch Eindampfen mit Salzsäure gewonnenen Kieselsäure beigemengt und wurde daraus durch Kochen mit kohlensaurem Natron, Schmelzen des Rückstandes mit demselben Salze, Behandlung mit Wasser, wobei kohlensaurer Baryt zurückblieb und Überführung des letzteren in schwefelsaures Salz bestimmt.

		In 10.000 Theilen
0·72 Grm. Kieselsäure gaben 0·003 Grm. schwefelsauren Baryt, was auf das Wasser reducirt gibt	„	0·0017

Bestimmung der Bittererde.

909·747 Grm. Wasser gaben 0·5667 Grm. pyrophosphorsaure Bittererde, entsprechend	Bittererde	2·2447
1507·1 Grm. Wasser gaben 0·95 Grm. pyrophosphorsaure Bittererde, entsprechend	„	2·2715
im Mittel . .	„	2·2581

Bestimmung der Gesammtmenge der Alkalien als schwefelsaure Salze.

Das Wasser wurde mit der nöthigen Vorsicht durch eine Stunde zum Kochen erhitzt, von dem Niederschlage der kohlensauren Erden abfiltrirt, mit Salzsäure zur Trockne eingedampft, von der abgeschiedenen Kieselsäure getrennt, hierauf wieder zur Trockne gebracht, gelöst und mit etwas Kalkmilch gekocht. Die von dem Kalke und der Bittererde abfiltrirte Flüssigkeit wurde hierauf mit oxalsaurem Ammoniak gefällt, vom oxalsauren Kalk getrennt und eingedampft. Nach dem Glühen des Rückstandes wurde dieser endlich mit Schwefelsäure versetzt, im Platinschälchen zur Trockne gebracht und allmählich zu heftigem Glühen unter schliesslicher Anwendung von kohlensaurem Ammoniak erhitzt.

243·4 Grm. Wasser gaben dabei 1·4038 Grm. schwefelsaure Salze, entsprechend	57·6741	auf 10.000 Theile.
142·6 Grm. Wasser gaben 0·823 Grm. schwefelsaure Salze, entsprechend	57·7141	„ „ „
im Mittel . .	57·6941	„ „ „

Bestimmung des Kalis.

Nach Beseitigung des grössten Theiles der Erden durch Kochen, nachherige Behandlung mit Salzsäure u. s. w., wie oben, wurde der durch Eindampfen der vom oxalsauren Kalk abfiltrirten

Flüssigkeit gewonnene Rückstand geglüht, so ein Gemenge von schwefelsauren und kohlensauren Alkalien und alkalischen Chlormetallen erhalten, aus welchem nach Behandlung mit Salzsäure, Lösen in Weingeist, Zusatz von Chlorstrontium, Abfiltriren des schwefelsauren Strontians und Eindampfen zur Trockne unter Zusatz von Platinchlorid, die Abscheidung des Kaliums als Platindoppelchlorid erfolgte.

In 10000 Theilen

7358·8 Grm. Wasser gaben 1·458 Grm. Kalium-Platinchlorid, entsprechend . . . . Kali 0·3819

Bestimmung des Lithions.

Durch Kochen von den Erden befreites Wasser wurde mit Salzsäure zur Trockne gebracht, der Rückstand mit verdünnter Salzsäure behandelt und die Flüssigkeit, von der Kieselsäure abfiltrirt, neuerdings eingedampft. Die zurückbleibende Salzmasse wurde wiederholt mit absolutem Weingeist ausgezogen, der Weingeist abdestillirt, der Rückstand mit etwas Kalkmilch gekocht, das Filtrat mit oxalsaurem Ammoniak gefällt, die Flüssigkeit dann zur Trockne gebracht, geglüht, in verdünnter Salzsäure gelöst, neuerdings eingedampft und dann mit einer Lösung von gewöhnlichem phosphorsaurem Natron behandelt. Die Abscheidung des Lithions erfolgte sodann als phosphorsaures Salz nach der von W. Mayer vorgeschlagenen, neuerdings von Fresenius [1]) als sehr zuverlässig empfohlenen Methode.

In 10000 Theilen

20717·1 Grm. Wasser gaben 0·1065 phosphorsaures Lithion, entsprechend (Li = 6·5) . . . . Lithion 0·0195

Bestimmung der Gesammtmenge der Kohlensäure.

Zu diesem Behufe wurden je 200 CC. Wasser = 201·126 Grm. mit einem Gemenge von kohlensäurefreiem Ammoniak und Chlorbarium vermischt. Die in wohlverschlossenen Flaschen befindlichen Niederschläge wurden vor dem Abfiltriren in der Flasche sammt der Flüssigkeit durch etwa eine Stunde auf 100° C. erwärmt, der rasch abfiltrirte, mit ammoniakhältigem Wasser gewaschene Niederschlag geglüht und gewogen.

Die Menge desselben betrug bei der ersten Flasche 4·7505 Grm.
bei der zweiten Flasche . . . . 4·7410 „
im Mittel also . . 4·7457 „

[1]) Zeitschrift für analytische Chemie. I. Bd., Seite 42.

Die Bestimmung der Kohlensäure geschah durch vorsichtiges Schmelzen mit Boraxglas.

0·9088 Grm. des Niederschlages verloren 0·2003 = 22·04 Pct.
0·672 „ „ „ „ 0·1485 = 22·09 „
im Mittel also . . 22·06 „

	In 10000 Theilen
Daraus berechnet sich die gesammte Kohlensäure auf . . .	52·0521

Analyse des im Brunnen frei aufsteigenden Gases.

Dieses besteht grösstentheils aus Kohlensäure. Der Rest ist Stickstoff und Sauerstoff. Die Absorption des Sauerstoffes geschah mit pyrogallussaurem Kali. Das Gas enthielt

	in 100 Raumtheilen
Kohlensäure	98·63
Stickstoff	0·98
Sauerstoff	0·39
	100·00.

Zusammenstellung der Resultate.

Bei der Gruppirung der in der Constantinsquelle gefundenen Bestandtheile ging ich von der Annahme aus, dass Eisen, Mangan, Baryt, Kalk, Bittererde, Lithion und Kali als kohlensaure Salze, die Kieselsäure frei, als Hydrat, das Chlor an Natrium gebunden; die Schwefelsäure und die nicht mit Thonerde vereinigte Phosphorsäure mit Natron verbunden und der Rest des gefundenen Natrons als kohlensaures Salz gegenwärtig sind.

		In 10000 Theilen
0·0236	Theile Eisenoxyd geben: kohlensaures Eisenoxydul	0·0343
0·0035	„ Manganoxydul geben: kohlensaures Manganoxydul .	0·0063
0·0085	„ Phosphorsäure geben: phosphorsaures Natron . . .	0·0170
2·2581	„ Bittererde geben: kohlensaure Bittererde	4·7420
1·9844	„ Kalk entsprechen: kohlensaurem Kalk	3·5436
0·0017	„ Baryt entsprechen: kohlensaurem Baryt	0·0021
0·4479	„ Schwefelsäure geben: schwefelsaures Natron . . .	0·7950
11·2345	„ Chlor geben: Chlornatrium	18·5131

Auf 10000 Theile Wasser wurden gefunden 57·6941 Theile schwefelsaure Alkalien;

der gefundenen Menge Kali entsprechen 0·7062 Theile schwefelsaures Kali;

dem gefundenen Lithion entsprechen 0·0772 Theile schwefelsaures Lithion.

	In 10.000 Theilen
18·5131 Theilen Chlornatrium entsprechen 22·4590 Theile schwefelsaures Natron;	
der gefundenen Phosphorsäure entsprechen 0·0170 Theile schwefelsaures Natron;	
0·4479 Theilen Schwefelsäure entsprechen 0·7950 Th. schwefelsaures Natron. In Summe also sind 24·0544 Theile von der obigen Gesammtmenge per 57·6941 abzuziehen, wornach 33·6397 Theile schwefelsaures Natron bleiben, welche entsprechen kohlensaurem Natron	25·1216
Zur Bildung der in der Quelle vorhandenen zweifach-kohlensauren Salze sind erforderlich: Kohlensäure	29·3921
somit ist freie, absorbirte Kohlensäure vorhanden	22·6610

Die Constantinsquelle enthält demnach

Einfach-kohlensaures Kali	0·5603
„ „ Natron	25·1216
„ „ Lithion	0·0491
Schwefelsaures Natron	0·7950
Phosphorsaures Natron ($2NaO,HO,cPO_5$)	0·0170
Chlornatrium	18·5131
Einfach-kohlensauren Baryt	0·0021
„ „ Kalk	3·5436
„ kohlensaure Bittererde	4·7420
„ kohlensaures Eisenoxydul	0·0343
„ „ Manganoxydul	0·0063
Neutrale phosphorsaure Thonerde	0·0079
Kieselsäure	0·6343
Summe der fixen Bestandtheile	54·0266
Die zur Bildung der doppeltkohlensauren Salze erforderliche Menge Kohlensäure beträgt	14·6961
die freie, absorbirte Kohlensäure beträgt	22·6610
Summe aller wägbaren Bestandtheile	91·3837

nebst Spuren von Strontian.

Dem Volumen nach beträgt die freie, blos absorbirte, Kohlensäure in 10.000 Raumtheilen bei der Quellentemperatur von 16·4° C. 12.097 Raumtheile.

Die durch Abdampfen erhaltene Gesammtmenge der festen Bestandtheile ergab (siehe oben) für 10.000 Theile Wasser 54·2890 Theile, welche Zahl mit der sich aus den Einzelbestimmungen ergebenden 54·0266 nahe übereinstimmt.

Zur weiteren Controle wurden 273·2 Grm. Wasser mit überschüssiger Schwefelsäure eingedampft und der Rückstand heftig geglüht. Er wog dann 1·9225 Grm. Dies entspricht auf 10.000 Theile

Wasser 70·3691 Theilen. Werden die kohlensauren Salze der Alkalien und alkalischen Erden, der Magnesia und des Manganoxyduls, dann das Chlornatrium zu schwefelsauren Salzen umgerechnet, das Eisen als Oxyd, das phosphorsaure Natron wasserfrei berechnet, so ergibt sich die Ziffer 69·9728 für 10.000 Theile.

Ein Civilpfund (7680 Grane) Constantinsquelle enthält:

	Grane
Einfach-kohlensaures Kali	0·4302
„ „ Natron	19·2911
„ „ Lithion	0·0377
Schwefelsaures Natron	0·6106
Phosphorsaures „	0·0130
Chlornatrium	14·2161
Einfach-kohlensauren Baryt	0·0010
„ „ Kalk	2·7211
„ kohlensaure Bittererde	3·6414
Einfach-kohlensaures Eisenoxydul	0·0263
„ „ Manganoxydul	0·0048
Neutrale phosphorsaure Thonerde	0·0060
Kieselsäure	0·4870
Summe der fixen Bestandtheile	41·4862
Die zur Bildung der doppelt-kohlensauren Salze nöthige Kohlensäure beträgt	11·2850
Die freie, absorbirte Kohlensäure beträgt	17·4050
Summe aller wägbaren Bestandtheile	70·1762

Die von Professor Schrötter im Jahre 1834 ausgeführte Analyse der damals noch nicht gefassten Constantinsquelle zeigt bezüglich der von ihm überhaupt bestimmten Bestandtheile eine grosse Übereinstimmung mit den von mir erhaltenen Resultaten.

Schrötter fand in einem Civilpfund:

	Grane
Kohlensaures Natron	19·2983
Kohlensauren Kalk	2·7287
Kohlensaure Bittererde	3·2056
Schwefelsaures Natron	0·6858
Chlornatrium	14·2418
Kieselsäure	0·4070
Summe der fixen Bestandtheile	40·5672

Analyse der Klausenquelle nächst Gleichenberg in Steiermark.

Von Demselben.

Die Klausenquelle (Klausner Stahlwasser) enspringt bei Gleichenberg in der sogenannten Klause, einem engen, waldigen Thale, 240 Fuss über der von Gleichenberg nach Feldbach führenden Strasse. Ihr Wasser sammelt sich in einem kleinen viereckigen Steinbassin, welches mit einer Bedachung aus Steinplatten versehen ist, so dass die Oberfläche der Quelle ganz im Dunkeln und ziemlich schwer zugänglich ist. Es war mir desshalb auch nicht möglich, die Temperatur der Quelle unmittelbar zu bestimmen. Ich musste ein grösseres Glasgefäss mit dem Wasser füllen und in dieses das Thermometer senken. Letzteres gab bei einer Luftwärme von 22° C., die Temperatur des Wassers auf 10·5° C. an. Dieses perlt nur sehr schwach, ist ungemein klar und zeigt einen eigenthümlichen, eisenhaft schrumpfenden, aber nicht unangenehmen Geschmack, welcher von dem kohlensauren Eisenoxydul und zum Theil wohl auch von der ungewöhnlich reichlich vorhandenen Kieselsäure herrührt, welche beide Substanzen die vorwiegenden Bestandtheile dieser, sonst an Mineralstoffen sehr armen, Quelle vorstellen.

Einen Unterschied zwischen dem specifischen Gewichte des Klausner Stahlwassers und des destillirten Wassers konnte ich, trotz wiederholter sorgfältiger Versuche, nicht auffinden. Die Quelle wurde zuletzt im Jahre 1829 von Ritter v. Holger analysirt, welcher jedoch Resultate erhielt, die mit den von mir gefundenen durchaus nicht zusammenstimmen.

Qualitative Analyse.

Diese wurde in gewöhnlicher Weise ausgeführt und dabei auch auf etwa vorhandene seltenere Stoffe Rücksicht genommen. Es fanden sich Eisen mit Spuren von Mangan, Thonerde, Phosphorsäure, Calcium, Magnesium, Natrium, Kalium, Chlor, Schwefelsäure und Kieselsäure. Titansäure, Lithion, Fluor, Jod, Brom, Borsäure, Salpetersäure, Ammoniak, durch Schwefelwasserstoff fällbare

Metalle konnten nicht nachgewiesen werden. Dagegen ist der Kalk von Spuren von Baryt und Strontian begleitet, welche sich jedoch nur mittelst des Spectralapparates auffinden liessen, und der Verdampfungsrückstand färbte sich bei schwachem Glühen bräunlich, wodurch Spuren von organischen Stoffen angedeutet sind. In Bezug auf das von R. v. Holger in besonders grosser Menge aufgefundene Lithion muss ich ausdrücklich hervorheben, dass ich eine bedeutende Menge des Wassers in der oben (Seite 356) angegebenen Weise zur quantitativen Bestimmung des Lithions verwendete; allein in dem mit phosphorsaurem Natron erhaltenen, etwa 2 Milligramme betragenden Niederschlage vor dem Spectralapparate keine Spur der Lithionreaction wahrnehmen konnte, dieser Niederschlag daher wohl nur von einer Spur von in der Flüssigkeit zurückgebliebenem Kalk herrührte.

Quantitative Analyse.

Bestimmung der Schwefelsäure.

Das Wasser gibt an sich mit Chlorbarium keinen Niederschlag, sondern muss auf etwa ein Viertel seines Volums eingedampft werden, um eine Abscheidung von schwefelsauren Baryt zu erzeugen.

In solcher Weise behandelt gaben

		In 10000 Theilen
12675·1 Grm. 0·38 Grm. schwefelsauren Baryt, entsprechend	Schwefelsäure	0·1029
3540·3 Grm. gaben 0·0875 Grm. schwefelsauren Baryt, entsprechend	„	0·0849
im Mittel also . .	„	0·0939

Bestimmung des Chlors.

Auch salpetersaures Silberoxyd erzeugt mit der uneingedampften Quelle keinen Niederschlag.

Von dem concentrirten Wasser gaben

2004·3 Grm. 0·0075 Grm. Silber, entsprechend Chlor	0·0012
3540·3 „ 0·0121 „ „ „ „	0·0011

Bestimmung der Kieselsäure.

21751·6 Grm. Wasser gaben 1·525 Grm. Kieselsäure = ...	0·7011
7040·1 „ „ „ 0·510 „ „ „	0·7244
im Mittel . .	0·7127

Bestimmung des Eisens, der Thonerde und Phosphorsäure.

Diese wurde ganz so durchgeführt wie bei der Analyse der Constantinsquelle (Seite 353). Die dabei erhaltenen Spuren von Mangan erwiesen sich als unwägbar. Da in der von der Thonerde abfiltrirten Flüssigkeit auch hier Phosphorsäure gefunden wurde, so ist die Thonerde als phosphorsaures Salz anzunehmen.

	in 10.000 Theilen
12675·1 Grm. Wasser gaben 0·0962 Grm. Eisenoxyd, somit	0·0758
11971 „ „ „ 0·0827 „ „ „	0·0691
21751·6 „ „ „ 0·1485 „ „ „	0·0683
7040·1 „ „ „ 0·05 „ „ „	0·0710
im Mittel also . .	0·0711
12675·1 Grm. Wasser gaben 0·0133 Grm. phosphorsaure Thonerde	0·0104
11971 „ „ „ 0·011 „ „ „	0·0092
Mittel . .	0·0098
11971 Grm. Wasser gaben 0·0116 pyrophosphorsaure Bittererde, entsprechend . . . . Phosphorsäure	0·0074

Bestimmung des Kalkes.

Wie bei der Analyse der Constantinsquelle (Seite 354) wurde auch hier der Kalk als schwefelsaures Salz gewogen.

		in 10.000 Theilen
12675·1 Grm. Wasser gaben 0·4063 Grm. schwefelsauren Kalk, entsprechend	Kalk	0·1319
11971 Grm. Wasser gaben 0·3782 Grm. schwefelsauren Kalk, entsprechend	„	0·1301
21751·6 Grm. Wasser gaben 0·7077 Grm. schwefelsauren Kalk, entsprechend	„	0·1340
im Mittel also .	„	0·1320

Bestimmung der Bittererde.

12675·1 Grm. Wasser gaben 0·093 Grm. pyrophosphorsaure Bittererde, entsprechend	Bittererde	0·0265
11971 Grm. Wasser gaben 0·086 Grm. pyrophosphorsaure Bittererde, entsprechend	„	0·0258
21751·6 Grm. Wasser gaben 0·1529 Grm. pyrophosphorsaure Bittererde, entsprechend	„	0·0253
7040·1 Grm. Wasser gaben 0·063 Grm. pyrophosphorsaure Bittererde, entsprechend	„	0·0347
Mittel . .	„	0·0281

Bestimmung der Gesammtmenge der Alkalien als schwefelsaure Salze.

Diese wurde genau so wie bei der Analyse der Constantinsquelle ausgeführt.

24646·1 Grm. Wasser gaben 0·939 Grm. schwefelsaure Salze entsprechend 0·381 Theilen für 10.000.

Bestimmung der Gesammtmenge der Alkalien als Chlormetalle.

Nachdem ich mich überzeugt hatte, dass durch Eindampfen der Klausenquelle auf etwa ein Fünfundzwanzigstel ihres ursprünglichen Volums aller Kalk so wie die Bittererde unlöslich, zum Theil als kieselsaure Salze abgeschieden werden, so wurden 21751·6 Grm. Wasser eingeengt und der Rückstand mit Wasser gewaschen. Er wurde zur Bestimmung von Eisen, Kalk und Bittererde verwendet (siehe oben). Die Flüssigkeit, durch Eintrocknen mit Salzsäure von Kieselsäure, die sich noch reichlich darin fand, befreit, dann mit starkem Weingeist und Chlorstrontium versetzt, gab einen geringen Niederschlag von schwefelsaurem Strontian, nach dessen Abfiltriren ich den Weingeist im Wasserbade forttrieb und das im Überschusse zugesetzte Chlorstrontium mit Ammoniak und kohlensaurem Ammoniak fällte. Die nun abfiltrirte Flüssigkeit hinterliess nach Zusatz von Salzsäure, Eindampfen und vorsichtigem Glühen die Chlormetalle. Sie betrugen 0·7296 Grm., also für 10.000 Theile 0·3354 Theile.

Bestimmung des Kalis.

Die oben erwähnte Gesammtmenge der schwefelsauren Alkalien wurde in Wasser gelöst, mit Chlorstrontium, dann mit Weingeist versetzt und aus der abfiltrirten Flüssigkeit das Kalium als Platindoppelchlorid abgeschieden.

	In 10.000 Theilen
24646·1 Grm. Wasser gaben 0·481 Kaliumplatinchlorid, entsprechend . . . . Kali	0·0376

Bestimmung der gesammten Kohlensäure.

I. 300 CC. Wasser wurden mit kohlensäurefreiem Ammoniak und Chlorbarium versetzt, in der wohlverschlossenen Flasche durch einige Zeit auf etwa 90° erwärmt, der Niederschlag rasch abfiltrirt und mit ammoniakhältigem Wasser gewaschen. Sein Gewicht betrug 2·5635 Grm.

Bestimmung des Eisens, der Thonerde u[illegible] [illegible]t, lieferten

Diese wurde ganz so durchgeführt [illegible] des Nieder-
Constantinsquelle (Seite 353). Die d[illegible] Grm. verloren
Mangan erwiesen sich als unwägbar. [illegible] also der Nieder-
abfiltrirten Flüssigkeit auch hier Ph[illegible]
ist die Thonerde als phosphorsaur[illegible]

						In 10.000 Theilen
12675·1 Grm. Wasser gaben 0·09[illegible]					. . . .	18·8850
11971	„	„	„	0·0[illegible]	. . . .	19·2970
21751·6	„	„	„	0[illegible]	Mittel . .	19·0910
7040·1	„	„	„			

[illegible]ng der Resultate.

12675·1 Grm. Wasser g[illegible]
11971 „ „

11971 Grm. Wass[illegible]
entsprechend

[illegible] gefundenen Bestandtheile habe ich [illegible] Eisenoxydul, den Kalk und die Bittererde [illegible]aure Salze angenommen, die vorhandene [illegible] Kali, so weit dieses reicht, den Rest einem [illegible]as zugewiesen, die Phosphorsäure, in soferne sie [illegible]erde gebunden ist, als gewöhnliches phosphorsaures [illegible] Chlor als Chlornatrium und was von Natron noch übrig [illegible] kohlensaures Salz berechnet.

Wi[illegible] die so sehr vorherrschende Kieselsäure blos als Hydrat auch b[illegible] zum Theil auch als kieselsaures Alkali sich in der Klausen-[illegible] gelöst befindet, konnte nicht festgestellt werden. Beim Ein-[illegible]dampfen von etwa 20 Liter des Wassers auf $1/_{40}$stel des ursprünglichen Volums, wobei sich aller Kalk und die Bittererde unlöslich abgeschieden hatten, fand sich in dem unlöslichen Theile fast eben so viel Kieselsäure als in der Flüssigkeit, welche ein opalisirendes Aussehen hatte, ganz wie es beim Eindampfen sehr verdünnter Wasserglaslösungen auftritt. Die beim völligen Eintrocknen des Wassers ohne Säurezusatz zurückbleibende Kieselsäure bildete ziemlich glänzende Blättchen, blähte sich beim Erhitzen etwas auf und hatte überhaupt dieselbe Beschaffenheit, welche Lothar Meyer bei seiner eben veröffentlichten Untersuchung der Thermen von Landeck [1]) an der aus diesen Quellen sich beim Eindampfen abscheidenden Kieselsäure beobachtete, wobei er die Vermuthung ausspricht, diese Blättchen seien ein dem Bicarbonate des Natrons entsprechendes wasserhaltiges Natronsilicat.

---

[1]) Erdmann's Journal f. pr. Ch. Bd. 91, S. 13.

	In 10.000 Theilen
...eben kohlensaures Eisenoxydul	0·1037
...geben phosphorsaures Natron	0·0148
...kohlensaure Bittererde	0·0590
...ren Kalk	0·2357
...lkalien als Chlormetalle und ...s gefundenen Kalis beträgt	0·1410
...9 Schwefelsäure schwefelsaures	0·0695
...per 0·0062 bedarf 0·048 Theile Natron ...ersaurem Natron	0·1100
...hlor per 0·00118 erfordert 0·0010 Natron zur ...natrium	0·0019
Phosphorsäure brauchen 0·0064 Theile Natron zur ...on phosphorsaurem Natron ($_2NaO, HO, ePO_5$)	0·0148
...t des Natrons per 0·0856 gibt endlich als kohlensaures Natron	0·1464
Bildung der als zweifach-kohlensaure Salze in der Quelle vorhandenen Verbindungen sind nöthig Kohlensäure	0·4945
Somit ist vorhanden freie Kohlensäure	18·5963

Die Klausenquelle enthält daher:

Schwefelsaures Kali	0·0695
„ Natron	0·1100
Phosphorsaures Natron	0·0148
Chlornatrium	0·0019
Einfach-kohlensaures Eisenoxydul	0·1037
„ kohlensauren Kalk	0·2357
„ kohlensaure Bittererde	0·0590
Neutrale phosphorsaure Thonerde	0·0098
Kieselsäure	0·7127
Summe der fixen Bestandtheile . .	1·4635
Die zur Bildung der doppelkohlensauren Salze erforderliche Menge der Kohlensäure beträgt	0·2472
Die freie, absorbirte Kohlensäure beträgt	18·5965
Summe aller wägbaren Bestandtheile . .	20·3072

nebst Spuren von Mangan, Baryt, Strontian und organischer Substanz.

Dem Volum nach beträgt die freie, blos absorbirte, Kohlensäure bei der Quellentemperatur von 10·5° C. für 10.000 Raumtheile 9720 V.

Die so geringe Menge der in der Klausenquelle vorfindlichen festen Bestandtheile und der Umstand, dass darunter die Kiesel-

II. 300 CC. Wasser, in derselben Weise behandelt, lieferten 2·6195 Grm. Niederschlag.

Mit Borax geschmolzen, verloren 0·2977 Grm. des Niederschlages 0·0657 Grm. oder 22·06 Pct. 0·754 Grm. verloren 0·167 Grm. oder 22·14 Pct. Im Mittel enthielt also der Niederschlag 22·10 Pct. Kohlensäure.

	In 10.000 Theilen
Nach I beträgt die Gesammtkohlensäure	18·8850
„ II „ „ „	19·2970
Mittel . .	19·0910

Zusammenstellung der Resultate.

Bei der Gruppirung der gefundenen Bestandtheile habe ich das Eisen als kohlensaures Eisenoxydul, den Kalk und die Bittererde gleichfalls als kohlensaure Salze angenommen, die vorhandene Schwefelsäure dem Kali, so weit dieses reicht, den Rest einem Theile des Natrons zugewiesen, die Phosphorsäure, in soferne sie nicht an Thonerde gebunden ist, als gewöhnliches phosphorsaures Natron, das Chlor als Chlornatrium und was von Natron noch übrig blieb, als kohlensaures Salz berechnet.

Ob die so sehr vorherrschende Kieselsäure blos als Hydrat oder zum Theil auch als kieselsaures Alkali sich in der Klausenquelle gelöst befindet, konnte nicht festgestellt werden. Beim Eindampfen von etwa 20 Liter des Wassers auf $^1/_{40}$stel des ursprünglichen Volums, wobei sich aller Kalk und die Bittererde unlöslich abgeschieden hatten, fand sich in dem unlöslichen Theile fast eben so viel Kieselsäure als in der Flüssigkeit, welche ein opalisirendes Aussehen hatte, ganz wie es beim Eindampfen sehr verdünnter Wasserglaslösungen auftritt. Die beim völligen Eintrocknen des Wassers ohne Säurezusatz zurückbleibende Kieselsäure bildete ziemlich glänzende Blättchen, blähte sich beim Erhitzen etwas auf und hatte überhaupt dieselbe Beschaffenheit, welche Lothar Meyer bei seiner eben veröffentlichten Untersuchung der Thermen von Landeck [1]) an der aus diesen Quellen sich beim Eindampfen abscheidenden Kieselsäure beobachtete, wobei er die Vermuthung ausspricht, diese Blättchen seien ein dem Bicarbonate des Natrons entsprechendes wasserhaltiges Natronsilicat.

---

[1]) Erdmann's Journal f. pr. Ch. Bd. 91, S. 13.

	In 10.000 Theilen
0·0711 Theile Eisenoxyd geben kohlensaures Eisenoxydul	0·1037
0·0074 „ Phosphorsäure geben phosphorsaures Natron	0·0148
0·0281 „ Bittererde geben kohlensaure Bittererde	0·0590
0·132 „ Kalk geben kohlensauren Kalk	0·2357
Nach den obigen Bestimmungen der Alkalien als Chlormetalle und schwefelsaure Salze und nach Abzug des gefundenen Kalis beträgt im Mittel das Natron	0·1410
Das gefundene Kali bildet mit 0·0319 Schwefelsäure schwefelsaures Kali	0·0695
Der Rest der Schwefelsäure per 0·0062 bedarf 0·048 Theile Natron zur Bildung von schwefelsaurem Natron	0·1100
Die gefundene Menge Chlor per 0·00118 erfordert 0·0010 Natron zur Bildung von Chlornatrium	0·0019
0·0074 Theile Phosphorsäure brauchen 0·0064 Theile Natron zur Bildung von phosphorsaurem Natron ($_2$NaO, HO, PO_5)	0·0148
Der Rest des Natrons per 0·0856 gibt endlich als kohlensaures Natron	0·1464
Zur Bildung der als zweifach-kohlensaure Salze in der Quelle vorhandenen Verbindungen sind nöthig Kohlensäure	0·4945
Somit ist vorhanden freie Kohlensäure	18·5965

Die Klausenquelle enthält daher:

Schwefelsaures Kali	0·0695
„ Natron	0·1100
Phosphorsaures Natron	0·0148
Chlornatrium	0·0019
Einfach-kohlensaures Eisenoxydul	0·1037
„ kohlensauren Kalk	0·2357
„ kohlensaure Bittererde	0·0590
Neutrale phosphorsaure Thonerde	0·0098
Kieselsäure	0·7127
Summe der fixen Bestandtheile	1·4635
Die zur Bildung der doppelkohlensauren Salze erforderliche Menge der Kohlensäure beträgt	0·2472
Die freie, absorbirte Kohlensäure beträgt	18·5965
Summe aller wägbaren Bestandtheile	20·3072

nebst Spuren von Mangan, Baryt, Strontian und organischer Substanz.

Dem Volum nach beträgt die freie, blos absorbirte, Kohlensäure bei der Quellentemperatur von 10·5° C. für 10.000 Raumtheile 9720 V.

Die so geringe Menge der in der Klausenquelle vorfindlichen festen Bestandtheile und der Umstand, dass darunter die Kiesel-

säure fast 53 Pct. ausmacht, liessen mehrerlei Controlen der gefundenen Resultate wünschenswerth erscheinen. Ich habe diese in drei verschiedenen Weisen ausgeführt. Die erste ist die gewöhnliche durch blosses Eindampfen. 745·361 Grm. Wasser hinterliessen 0·1147 Grm. bei 200° getrockneten Rückstand, entsprechend 1·5382 Theilen auf 10.000 Theile.

Die oben angeführte Summe der einzeln bestimmten Bestandtheile stimmt mit dieser Zahl sehr nahe überein. Wird das kohlensaure Eisenoxydul aber als wasserfreies Oxyd eingestellt, so beträgt die Summe 1·4309. Dagegen hält die Kieselsäure, nach von mir angestellten, später zu veröffentlichenden Versuchen bei 200° C. noch etwa 5 Pct. Wasser zurück, was für 0·7127 Kieselsäure 0·0373 ausmacht und zu 1·4309 addirt wieder nahezu die ursprüngliche Summe, nämlich 1·4682 gibt. Da aber nicht bekannt ist, ob sich beim Eindampfen nicht ein wasserhaltiges Silicat von Natron oder Kalk bildet und wie viel dieses etwa Wasser bei 200° zurückhält, so kann diese Correction nur einen zweifelhaften Werth bieten.

Weitaus sicherer ist das zweite Controlverfahren, wobei ich den Rückstand glühte, so alle Kohlensäure austrieb und die Kieselsäure wasserfrei erhielt. 522·5 Grm. Wasser gaben dabei 0·0675 Grm. Rückstand, für 10.000 Theile also 1·291 Theile. Nimmt man das Eisen als Eisenoxyd an und zieht man den Wassergehalt des phosphorsauren Natrons sowie die Kohlensäure ab, so ergibt sich die Summe von 1·233 auf 10.000 Theile.

Endlich habe ich das Wasser mit Schwefelsäure eingedampft und den Rückstand sehr stark geglüht. 891 Grm. Wasser gaben dabei 0·1375 Grm. Rückstand, auf 10.000 Theile also 1·5432 Theile Das Eisen als Eisenoxyd, das phosphorsaure Natron als wasserfrei, der Rest des Natrons, das Kali, der Kalk und die Bittererde als schwefelsaure Salze berechnet, geben eine Summe von 1·5878.

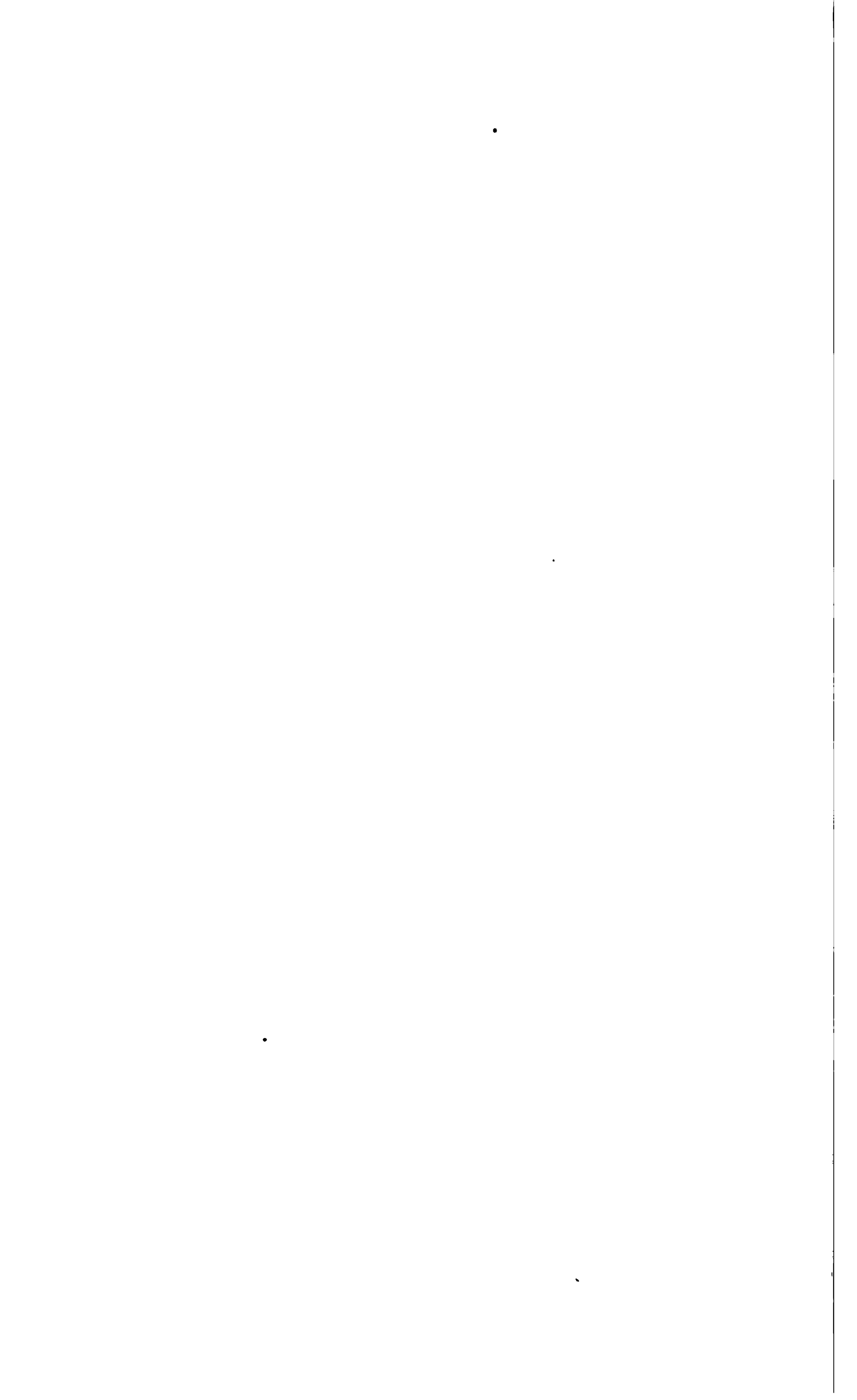
Alle diese Controlen bestätigen also die Richtigkeit der Einzelbestimmungen.

Die Klausenquelle enthält in einem Civilpfund:

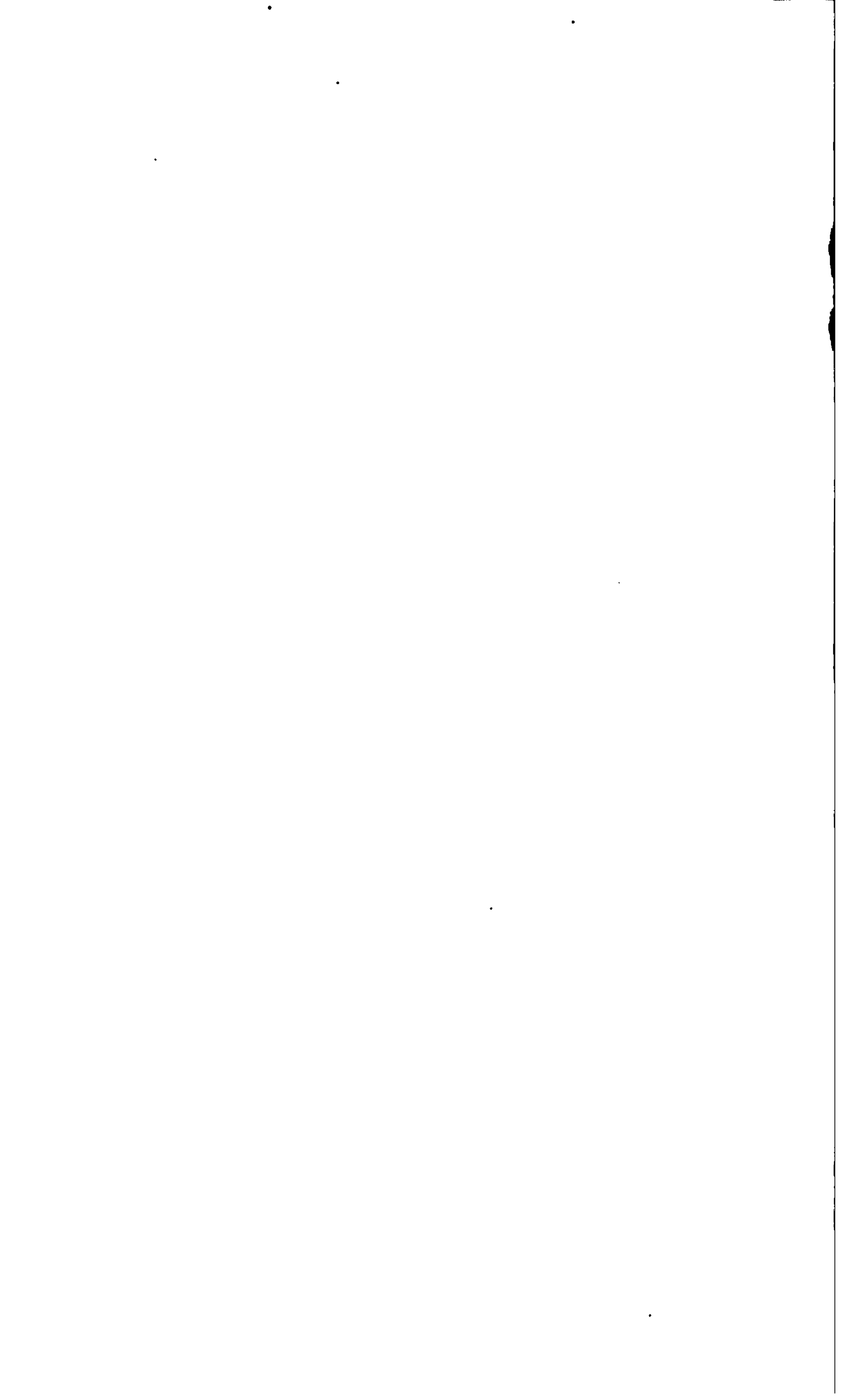
	Grane
Schwefelsaures Kali	0·0533
„ Natron	0·0844
Phosphorsaures „	0·0113
Einfach-kohlensaures Natron	0·1124

	Grane
Chlornatrium	0·0014
Einfach-kohlensaures Eisenoxydul	0·0797
„ kohlensauren Kalk	0·1811
„ kohlensaure Bittererde	0·0454
Phosphorsaure Thonerde	0·0075
Kieselsäure	0·5474
Summe der festen Bestandtheile	1·1239
Zur Bildung der Bicarbonate nöthige Kohlensäure	0·3797
Freie, absorbirte Kohlensäure	14·0923
Summe aller wägbaren Bestandtheile	15·5959

Die festen Bestandtheile der Klausenquelle enthalten in 100 Theilen 8·21 Theile kohlensaures Eisenoxydul und die bedeutende Menge von 52·98 Theilen Kieselsäure.







Die jedem Fachmanne bekannten, bei der raschen Entwickelung der Wissenschaft von Jahr zu Jahr sich steigernden Unzukömmlichkeiten, welche mit der cumulativen Herausgabe von Abhandlungen verbunden sind, die sich auf sämmtliche naturwissenschaftliche Fächer beziehen, haben die mathematisch-naturwissenschaftliche Classe der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften bestimmt, ihre Sitzungsberichte in zwei gesonderten Abtheilungen erscheinen zu lassen.

Die **erste Abtheilung** enthält die Abhandlungen aus der Mineralogie, Botanik, Zoologie, Anatomie, Geologie und Paläontologie; die **zweite Abtheilung** die aus der Mathematik, Physik, Chemie, Physiologie, Meteorologie, physischen Geographie und Astronomie.

Von jeder dieser Abtheilungen erscheint jeden Monat mit Ausnahme von August und September ein Heft, welches drei Sitzungen umfasst. Der Jahrgang enthält somit zehn Hefte.

Dem Berichte über jede Sitzung geht eine vollständige Übersicht aller in derselben vorgelegten Abhandlungen voran, selbst wenn diese nicht zur Aufnahme in die Schriften der Akademie bestimmt werden.

Der Preis des Jahrganges beträgt für eine Abtheilung 12 Gulden ö. W.

Von allen grösseren Abhandlungen kommen Separatabdrücke in den Buchhandel und sind durch die akademische Buchhandlung Karl Gerold's Sohn zu beziehen.

INHALT.

Seite

X. Sitzung vom 14. April 1864: Übersicht 369

Moshammer, Centralprojection der Linien zweiter Ordnung. (Mit 1 Tafel.) 372

Friedlowsky, Beitrag zur Kenntniss der Hemmungsbildungen des Harn- und Geschlechtsapparates bei Wiederkäuern. (Mit 3 Abbildungen.) 404

Ginsberg, Über das Verhalten von Dextringummi gegen Hühnereiweiss 410

XI. Sitzung vom 21. April 1864: Übersicht 419

Ludwig und Thiry, Über den Einfluss des Halsmarkes auf den Blutstrom. (Mit 1 Tafel.) 421

Kowalewsky, Zur Hystologie der Lymphdrüsen. (Mit 1 Farbentafel.) 453

XII. Sitzung vom 28. April 1864: Übersicht 460

Haidinger, Ein Meteorfall bei Trapezunt am 10. December 1863. 462

Kenngott, Notiz über ein Meteoreisen in der Universitäts-Sammlung in Zürich. 467

Haidinger, Bemerkungen über das von Herrn Professor Kenngott in der Züricher Universitäts-Sammlung aufgefundene Meteoreisen 469

Stricker, Mittheilungen über die selbständigen Bewegungen embryonaler Zellen 471

XIII. Sitzung vom 12. Mai 1864: Übersicht 477

Haidinger, Drei Fund-Eisen, von Rokitzan, Gross-Cotta und Kremnitz. (Mit 1 Kupfertafel.) 480

— Eine grosskörnige Meteoreisen-Breccie von Copiapo. (Mit 1 Kupfertafel.) 490

Maly, Vorläufige Mittheilungen über die chemische Natur der Gallenfarbstoffe 498

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH - NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

XLIX. BAND.

ZWEITE ABTHEILUNG.

4.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Physik, Chemie, Physiologie, Meteorologie, physischen Geographie und Astronomie.

X. SITZUNG VOM 14. APRIL 1864.

Herr Dr. Jos. R. Lorenz dankt, mit Schreiben vom 12. April, für die ihm, zum Zwecke seiner Brakwasser-Studien, bewilligte Unterstützung von 350 fl., und Herr Dr. Fr. Steindachner, mit Schreiben vom 13. April, für die ihm zur wissenschaftlichen Erforschung der Fauna Spaniens gewährte Subvention von 300 fl. ö. W.

Herr R. Günsberg, Adjunct der Chemie an der k. k. technischen Akademie zu Lemberg, übersendet eine Abhandlung „über das Verhalten von Dextringummi gegen Hühnereiweiss".

Das c. M., Herr Prof. Dr. C. Wedl, übergibt eine vorläufige Mittheilung, betitelt: „Experimente über die Durchschneidung des Sehnerven", von Herrn Dr. Bas. Rosow aus St. Petersburg.

Herr Prosector Dr. A. Friedlowsky überreicht eine Abhandlung: „Beitrag zur Kenntniss der Hemmungsbildungen des Harn- und Geschlechtsapparates bei Wiederkäuern".

Herr Dr. G. Tschermak legt eine Abhandlung „über einige Pseudomorphosen" vor.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia delle scienze dell' Istituto di Bologna: Memorie. Serie II. Toma III., Fasc. 2. Bologna, 1864; 4°.

Alpen-Verein, österreichischer: Verhandlungen. I. Heft. Wien, 1864; 12°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1468—1470. Altona, 1864; 4°.

Canestrini, Giov., Studi sui Lepadogaster del Mediterraneo. (Estr. dall'Archivio per la Zool. etc. Vol. III. Fasc. 1.) Modena, 1864; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LVIII. No. 2 u. 12. Paris, 1864; 4°.

Cosmos. XIII° Année, 24° Volume, 14° — 15° Livraisons. Paris, 1864; 8°.

Christiania, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus den Jahren 1861—1863. 8° & 4°.

Dana, James D., I. The Classification of animals based on the principle of Cephalization Nr. III. — Classification of Herbivores. — II. Note on the position of Amphibians among the classes of Vertebrates. (From the Journal of Sciences & Arts. Vol. 37. March 1864.) 8°

Gelehrten-Gesellschaft, k. k., zu Krakau. Deutsch-polnisches Wörterbuch von Ausdrücken der Rechts- und Staatswissenschaft. Krakau, 1862; 8° — Beschreibung der Medicinal- und technischen Pflanzen. Von J. R. Czerwiakowski. Krakau, 1863; 8°

Gesellschaft, k. k. mähr.-schles., zur Beförderung des Ackerbaues der Natur- und Landeskunde in Brünn: Mittheilungen. 1863. Brünn; 4°

Gewerbe-Verein, nieder-österr.: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrg. 1864. 2. Heft. Wien; 8°

Istituto, I. R., Veneto di scienze, lettere ed arti: Atti. Tomo IX°, Serie 3ª, Disp. 2ª e 4ª, Venezia, 1863—64; 8°

— R., Lombardo di Scienze, lettere ed arti: Atti. Vol. III. Fasc. XIX — XX. Milano, 1864; 4° — Rendiconti. Classe di scienze matematiche e naturali. Vol. I. Fasc. 1 & 2. Milano, 1864; 8°

Karte, geologische, der Niederlande. Blatt Nr. 12, 15, 16, 18. Folio.

Land- und forstwirthschaftliche Zeitung. XIV. Jahrg. Nr. 10—11. Wien, 1864; 4°

Löwen, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften für das Jahr 1863. 8° & 12°

Lotos. Zeitschrift für Naturwissenschaften. XIV. Jahrg. März 1864. Prag; 8°

Mondes. 2ᵉ Année, Tome IV. 13ᵉ—14ᵉ Livraisons. Paris, Tournai, Leipzig, 1864; 8°

Moniteur scientifique. 175ᵉ Livraison. Tome VIᵉ, Année 1864. Paris; 4°

Reader, The Nr. 67. Vol. III. London, 1864; Folio.

Reichsforstverein, österr.: Österreichische Vierteljahresschrift für Forstwesen. XIV. Bd. Jahrg. 1864. 2. Heft. Wien, 1864; 8°

Schiner, Rud. J., *Fauna austriaca.* Die Fliegen. *(Diptera.)* II. Theil. Wien, 1864; 8°

Schlickeysen, C., Mittheilungen über die Fabrication von Press-Torf durch die Patent-Universal-Ziegel- und Torf-Presse. Berlin, 1864; 8°.

Society, The Natural History, of Dublin: Proceedings. Vol. IV. Part. 1. Dublin, 1864; 8°.

Troschel, F. H., das Gebiss der Schnecken zur Begründung einer natürlichen Classification. 5. Lieferung. Berlin, 1863; 4°.

Wiener medizinische Wochenschrift. XIV. Jahrgang. Nr. 14—15. Wien, 1864; 4°.

Wochen-Blatt der k. k. steierm. Landwirthschafts-Gesellschaft. XIII. Jahrg., Nr. 11. Gratz, 1864; 4°.

Zeitschrift für Chemie und Pharmacie von E. Erlenmeyer. VII. Jahrgang, Heft 6. Heidelberg, 1864; 8°.

— für Fotografie und Stereoskopie. Jänner 1864. Wien; 8°.

Centralprojection der Linien zweiter Ordnung.

Von K. Moshammer,

o. Lehrer der darstellenden Geometrie an der k. k. Oberrealschule in Görz.

(Vorgelegt in der Sitzung am 4. Februar 1864.)

(Mit 1 Tafel.)

1.

Soll die Centralprojection ihre Aufgabe „Objecte des Raumes von einem bestimmten Punkte als Projectionscentrum in eine gegebene Ebene als Bildfläche mit einer Genauigkeit zu projectiren. welche nur durch das mechanische Verfahren, keineswegs aber durch die angewandte Methode beschränkt ist", vollständig erfüllen, so wird dies nur durch eine streng geometrisch-wissenschaftliche Darstellung der leitenden Grundsätze ermöglicht, welche, gegenüber jeder andern Projectionsmethode vollkommen selbstständig sich entwickelt und, letztere sogar als specielle Fälle in sich begreifend, namentlich von den Gesetzen des Sehens, die früher der perspectivischen oder centralprojectivischen Darstellung räumlicher Objecte zu Grunde gelegt wurden, vollkommen unabhängig sein muss.

Diese leitenden Grundzüge sind als einzelne Lehrsätze der neueren Geometrie und als Ergebnisse von systematisch-descriptiven Darstellungen der Centralprojections-Methode bekannt geworden und es verdient in letzterer Beziehung namentlich die Abhandlung von Dr. O. W. Fiedler[1]) Beachtung, welche jedoch, wie der Autor selbst sagt, „keine erschöpfende Vollständigkeit, sondern nur die Darlegung der Methode in ihren wesentlichsten Grundgedanken" enthält und somit über einzelne Partien, wie namentlich über die Projection krummer Linien von geometrisch bestimmtem Entstehungsgesetze, von Umdrehungs- und Rückungsflächen etc. zur Ver-

---

[1]) Chemnitz 1860.

vollständigung der Centralprojection als geometrischen Wissenschaft ein weites Feld der Bearbeitung übrig lässt.

Was nun die Projection der Curven von erwähnter Beschaffenheit anbelangt, so kann diese, übereinstimmend mit der eingangs gestellten Aufgabe, keineswegs nur durch die Projection einer hinreichenden Zahl von Umfangspunkten erfolgen, sondern da auch in diesem Falle stets der darzustellenden Projection ein bestimmtes geometrisches Entstehungsgesetz zu Grunde liegen muss, so wird sich diese Aufgabe namentlich über die Auffindung und geometrisch-graphische Darstellung der dieses Gesetz charakterisirenden Bestimmungsstücke erstrecken, welche es ermöglichen, eine Reihe von Umfangspunkten oder andere graphische Relationen mathematisch genau, und zwar direct, d. i. in weiterer Unabhängigkeit von der zu projectirenden Curve darzustellen; vorausgesetzt, dass diese selbst durch irgend eine vollkommen charakterisirende Eigenschaft, so wie ihre relative Lage zum Projectionscentrum und zur Projections- oder Bildebene durch entsprechende Bestimmungsstücke ganz genau gegeben ist; umgekehrt wird sich in diesem Falle stets durch ein einfaches, obigem entsprechendes Verfahren aus der gefundenen Projection und den übrigen Bestimmungsstücken Form und Lage der gegebenen Curve vollkommen genau auffinden lassen.

Unter den ebenen Curven sind es wieder die Linien zweiten Grades, deren Untersuchung in dieser Beziehung nicht nur zur Aufstellung neuer geometrisch-graphischer Relationen und Lehrsätze — also zur Erweiterung der geometrischen Wissenschaft im Allgemeinen — Veranlassung bietet, sondern deren Centralprojection zur graphischen Charakterisirung einzelner Flächengattungen, insbesonders aber zur Darstellung zahlreicher Aufgaben der Linear-Perspective oder damit verwandter Probleme von direct praktischem Nutzen ist.

2.

Werden vier auf einer in beliebiger Ebene E gegebenen Geraden ad harmonisch liegende Punkte $abcd$ aus einem willkürlich gewählten Projectionscentrum S auf irgend eine Projections- oder Bildebene B central projectirt, so nennt man bekanntlich die Projectionsstrahlen harmonisch liegend oder Harmonikalen, weil sie von jeder in ihrer Ebene gezogenen Geraden, mitbin auch von der

Durchschnittslinie der gegebenen Bildebene mit der Ebene der Harmonikalen nach vier harmonisch liegenden Punkten geschnitten werden, so zwar, dass durch die gegebene harmonische Theilung

$$ab.cd = bc.ad$$

die analoge ihrer Projection

$$AB.CD = BC.AD$$

bestimmt ist; aus ersterer folgt

$$cd\,(ab - bc) = bc\,(ab + bc).$$

Sollen nun zwei der gegebenen Strecken gleich gross,

$$ab = bc$$

im Übrigen aber die harmonische Theilung und mithin auch die harmonisch getheilte Projection beibehalten werden, so wird

$$cd = \frac{2ab.ab}{0} = \infty$$

und der Projectionsstrahl Sd als Verbindung des unendlich fernen Punktes d mit dem Projectionscentrum parallel zur gegebenen Geraden ac; somit ist auch in diesem Falle die Projection AD durch

$$AB.CD = BC.AD,$$

harmonisch getheilt; dieser Punkt D, als Projection des unendlich fernen Punktes der Linie ac wird bekanntlich Fluchtpunkt genannt, es erscheint daher „die Projection einer Geraden durch ihren Fluchtpunkt und die Projection ihres Halbirungspunktes harmonisch getheilt“.

3.

Dies vorausgeschickt, sei in der willkürlich gelegten Ebene E eine Mittelpunktslinie zweiter Ordnung (Ellipse oder Hyperbel) in der Art gegeben, dass nach Obigem ihr Mittelpunkt in b und somit die Linie ac als Durchmesser erscheint, so wird sich diese Curve, wie bekannt, ebenfalls als Linie zweiter Ordnung projectiren, u. z. in der Art, dass ihr Umfang in den Punkten A, C durch den projectirten Mittelpunkt B und den Fluchtpunkt D des

gegebenen Durchmessers *ab* harmonisch getheilt wird; es liegen aber die Fluchtpunkte D, D', D'' ..... aller Diameter $ab, a'b', a''b''$, der in der Ebene E gegebenen Curve in einer Geraden $DD'D''$..., welche sich als Durchschnitt einer durch das Centrum parallel zu E gelegten Ebene mit der Bildfläche ergibt [Fluchtlinie], während diese Durchmesser selbst, als um den Punkt B gedrehte Sekanten der gesuchten Projection erscheinen, und durch diesen Punkt und die eben bestimmte Fluchtlinie harmonisch getheilt werden; wird aber um einen innerhalb einer Linie zweiter Ordnung liegenden Punkt (Pol) eine Sekante gedreht, und während der Drehung alle Punkte bestimmt, welche mit diesem gegebenen Punkte und mit den Durchschnittspunkten des Curvenumfanges harmonisch liegen, so ist dieser geometrische Ort bekanntlich eine gerade Linie, u. z. die dem gegebenen Drehungspunkte als Pol zugehörige Polare; es erscheint somit die Fluchtlinie als Polare in Bezug auf die Curvenprojection und den projectirten Mittelpunkt als Pol."

Dieser Satz kann auch auf jenen Fall ausgedehnt werden, in welchem der Mittelpunkt der gegebenen Curve in unendlicher Entfernung vom Scheitel liegt (Parabel), mithin die einzelnen Diameter erst in unendlicher Entfernung halbirt erscheinen, sonach in der eingangs aufgestellten harmonischen Theilung eines Durchmessers der specielle Fall

$$ab = bc = \infty$$

eintritt und nun die Projection der unendlich fernen Endpunkte aller dieser parallelen Strecken (Fluchtlinie, beziehungsweise Fluchtpunkt) mit der Projection ihres unendlich fernen Mittelpunktes (Pol) zusammenfällt; da aber auch jetzt noch die Projectionen der Diameter harmonisch getheilt bleiben müssen, so wird nun die Polare mit ihrem Pol zusammenfallen, daher wieder die „Fluchtlinie als Polare, beziehungsweise als Tangente der Projection erscheinen" (in Bezug auf den Fluchtpunkt der Diameter, als Pol oder Berührungspunkt); also ganz allgemein.

„Die Durchschnittslinie einer durch das Projectionscentrum zur gegebenen Linie zweiter Ordnung parallel gelegten Ebene mit der Projectionsebene (Fluchtlinie) ist die Polare in Bezug auf die Projec-

tion dieser Curve und ihres projectirten Mittelpunktes als Pol" . . . . I.

Ist umgekehrt die willkürlich gelegte Ebene E als Projectionsebene gegeben, ferner der Mittelpunkt der Projection bereits gefunden (einschliesslich den unendlich entfernten) und projectirt man diese sammt dem gefundenen Mittelpunkt central auf die Ebene E, so erscheint die gegebene Linie zweiter Ordnung als Projection ihres Bildes und analog dem oben Gesagten ist auch in diesem Falle die Durchschnittslinie einer durch das Centrum zur Bildebene parallel gelegten Ebene mit der Ebene der gegebenen Linie zweiter Ordnung die Polare in Bezug auf diese Linie und jenen in der gegebenen Ebene liegenden Punkt als Pol, dessen Projection den Mittelpunkt der gesuchten Curvenprojection gibt. . . . . II.

(Im Folgenden werden die beiden Parallelebenen beziehungsweise als erste und zweite Parallelebene von einander unterschieden, die eben besprochene Polare der gegebenen Curve vorzugsweise und kurzweg „Polare" genannt, für die Polare der Projection hingegen die angeführte Bezeichnung als „Fluchtlinie" beibehalten.)

4.

Ist nun die relative Lage des Projectionscentrums, der Projectionsebene, so wie der Ebene der zu projectirenden Linie zweiter Ordnung vollkommen bekannt, so ist auch in letzterer Ebene die Polare und in der Projectionsebene die Fluchtlinie als gegeben zu betrachten, und man kann in der gegebenen Curve jederzeit einen Durchmesser von der Stellung auffinden, dass er einem, parallel zur Polare gezogenen, Diameter conjugirt sei. Dieser Durchmesser werde vorzugsweise als der, der Polare zugeordnete bezeichnet, und es ist dies bekanntlich jener, welcher den Pol mit dem Mittelpunkte verbindet; seine Projection muss also stets durch die Projection des gegebenen Poles und Mittelpunktes, d. i. (nach obigem) durch den Mittelpunkt und den zur Fluchtlinie gehörigen Pol der gesuchten Curvenprojection, gezogen werden, und bildet sonach ebenfalls den der Fluchtlinie als Polare zugeordneten Diameter. Dieser und eine parallel zur Fluchtlinie durch den Mittelpunkt gezogene Gerade geben daher ein System conjugirter Durchmesser in der gesuchten Curvenprojection.

Die Projection des, der Polare zugeordneten Durchmessers bildet mit einer durch die Projection des Poles parallel zur Fluchtlinie gezogenen Geraden die Lage eines Systems conjugirter Diameter der gesuchten Curvenprojection.

Lage und Länge dieser conjugirten Diameter sind daher abgängig von der relativen Lage der gegebenen Polare und des zu bestimmenden Poles der gleichfalls fixirten Linie zweiter Ordnung, und man kann in dieser Beziehung vorzüglich drei Fälle unterscheiden:

1. Die Polare liegt ausserhalb, mithin ihr Pol innerhalb des Curvenumfanges: so ist auch die Projection des Poles, d. h. der gesuchte Mittelpunkt innerhalb der Curvenprojection; letztere ist daher eine Ellipse. Es entsprechen den um den Pol gedrehten Sehnen der gegebenen Linie zweiter Ordnung als Projection die um den Mittelpunkt gedrehten Diameter der gesuchten Curve, mithin projectirt sich auch die parallel zur Polare durch den Pol gezogene Sehne als ein zur Fluchtlinie paralleler Diameter, und daher „bilden in diesem Falle die Projectionen des der Polare zugeordneten Durchmessers mit der durch den Pol zu ihr parallel projectirten Sehne der Lage und Länge nach ein Paar conjugirter Diameter."

2. Die Polare schneidet die gegebene Curve: es liegt daher der Pol ausserhalb des Curvenumfanges, mithin auch seine Projection oder der gesuchte Mittelpunkt ausserhalb der Curvenprojection, und letztere projectirt sich sonach als Hyperbel. Da gewisse um den Pol zu drehende Sekanten unmöglich werden, so entsprechen diesen Sekanten auch imaginäre Diameter der Projection, da ferner alle möglichen durch Drehung um den Pol entstandenen Sekanten bekanntlich zwischen den vom Pol gezogenen Tangenten (berührend in den Schnittpunkten der Polare) liegen, so bildet auch die Projection dieser Tangenten die Grenze zwischen den reellen und imaginären Diametern, d. i. die Asymptoten der gesuchten Curve: „Die Projection der vom Pol zur gegebenen Curve gezogenen Tangenten bildet in diesem Falle die Asymptoten und (wie früher) die Projection des der Polare zugeordneten, reellen Durchmessers [1])

---

[1]) Den Fall, in welchem dieser Durchmesser unmöglich wird, später berücksichtigend.

der gegebenen Curve, die Länge und Lage eines Durchmessers der gesuchten Hyperbel.“

3. Die Polare tangirt die gegebene Linie zweiter Ordnung, fällt also mit dem Pole im Berührungspunkte zusammen, es muss sonach der Pol-Projectionsstrahl parallel zur Projectionsebene, somit der gesuchte Mittelpunkt in unendlicher Entfernung erscheinen; die Curvenprojection ist daher eine Parabel.

„Die Projection des der Polare zugeordneten Durchmessers der gegebenen Curve gibt auch in diesem Falle die Richtung und Begrenzung eines Diameters der gesuchten Parabel und kann daher in Verbindung mit der Projection einer conjugirten Sehne einem Systeme conjugirter Durchmesser gleichgestellt werden.“

5.

Die drei verschiedenen Linien zweiter Ordnung sind also auch mit Rücksicht auf diese drei Fälle dreimal verschieden zu projectiren, woraus sich neun Hauptfälle der graphischen Darstellung ergeben:

<table>
<tr><th>Fig.</th><th>Zu projectiren ist eine</th><th colspan="2">die Polare</th><th>Projection</th><th>Bestimmungs-Stücke</th></tr>
<tr><td>1. 1a</td><td>Ellipse (Kreis)</td><td colspan="2" rowspan="3">liegt ausserhalb</td><td rowspan="3">Ellipse</td><td rowspan="3">conjugirte Durchmesser (Axen)</td></tr>
<tr><td>2.</td><td>Hyperbel</td></tr>
<tr><td>3.</td><td>Parabel</td></tr>
<tr><td>4.</td><td>Ellipse</td><td rowspan="6">schneidet</td><td>in zwei Punkten</td><td rowspan="6">Hyperbel</td><td rowspan="6">Asymptoten und reeller Durchmesser (oder Hauptaxe)</td></tr>
<tr><td>5. a</td><td rowspan="3">Hyperbel</td><td>„ „ „ desselben Astes</td></tr>
<tr><td>5. b</td><td>„ „ „ beider Äste</td></tr>
<tr><td>5. c</td><td>in einem Punkte</td></tr>
<tr><td>6. a</td><td rowspan="2">Parabel</td><td>in zwei Punkten</td></tr>
<tr><td>6. b</td><td>in einem Punkte</td></tr>
<tr><td>7.</td><td>Ellipse</td><td colspan="2" rowspan="3">tangirt</td><td rowspan="3">Parabel</td><td rowspan="3">Durchmesser u. conjug. Sehne (Parameter)</td></tr>
<tr><td>8.</td><td>Hyperbel</td></tr>
<tr><td>9.</td><td>Parabel</td></tr>
</table>

Zur graphischen Darstellung dieser neun Fälle (Fig. 1 — 9) sei gegeben:

Die Zeichnungsfläche als Projectionsebene, das Projections-Centrum S durch den Hauptpunkt S' und die in die Projectionsebene umgelegte Distanz SS', die Ebene der zu projectirenden Linie zweiter Ordnung durch ihre Spur EE und den ebenfalls in die Zeichnungsfläche gelegten Neigungswinkel w (Ene), mithin auch durch ihre Fluchtlinie FF (im Durchschnitte der ersten Parallelebene SH mit der Projectionsebene) und es werde der Fluchtpunkt H aller in dieser Ebene auf die Spur senkrecht gezogenen Geraden als Hauptfluchtpunkt bezeichnet, endlich erscheint die besprochene Polare $P'P'$ als Durchschnitt der zweiten Parallelebene Se mit der Ebene der gegebenen Curve ee' im Abstande en von der Spur.

Schliesslich werde in allen diesen Fällen das Centrum S und die gegebene Ebene ee' sammt der darin bestimmten Polare in die Projectionsebene umgeklappt, u. z. im gleichen Sinne um die Drehaxen FF und EE, damit die zu projectirende Curve unmittelbar in der Zeichnungsfläche in den angegebenen Beziehungen zur Polare, als durch irgend eine vollkommen charakterisirende Eigenschaft (am allgemeinsten durch Lage und Länge der Axen oder des Parameters) gegeben, vorausgesetzt werden kann.

Fig. 1.

Die Ellipse sei durch Lage und Länge der beiden Axen uv, rs gegeben.

Vermöge jener Eigenschaft des Poles, im Durchschnitte zweier beliebigen Punkte der Polare $P'P'$ in der gegebenen Curve entsprechenden Berührungssehnen zu liegen, so wie mit Zugrundelegung des bekannten Satzes über die Differenz der Halbaxen kann man stets einfach und vollkommen genau den Pol P, ferner Lage und Länge des der Polare zugeordneten Durchmessers ab und die Endpunkte der conjugirten Sehne cd bestimmen (selbst ohne Verzeichnung des Curvenumfanges), mithin erhält man auch in der Verbindung des Schnittpunktes g mit dem Fluchtpunkte f ($Sf \parallel ag$) die Projection der Linie ag, und sonach in der Projection der Punkte aP und b die Lage des Mittelpunktes m und die Länge des Durchmessers AB der gesuchten Ellipse, die durch m parallel zur Fluchtlinie gezogene Gerade gibt mit den in C, D projectirten Sehnenpunkten c, d die Lage und Länge des zweiten conjugirten Diameters.

(Bekanntlich wird einer der fünf Punkte *abcdP* durch das auf die Spur *EE* gefällte Perpendikel mit Benützung des Hauptfluchtpunktes *H* projectirt; so z. B. schneidet das in *Hh* projectirte Perpendikel *xh* des Punktes *a* die gegebene Richtung des Diameters *AB* in der gesuchten Projection *A* u. s. w.)

Aus den gefundenen Diametern lässt sich stets auf einfache Weise und ohne weitere Verzeichnung des Umfanges Lage und Grösse der Axen ganz genau bestimmen.

Fig. 1 *a*. Erwähnung verdient jene so häufig vorkommende Lage der gegebenen Ellipse oder eines unter denselben Beziehungen zur Polare gegebenen Kreises, in welcher eine Axe *uv* senkrecht zur Spur und Polare steht, mithin mit dem zugeordneten Diameter zusammenfällt; in diesem speciellen Falle ist der Hauptfluchtpunkt *H* zugleich der Fluchtpunkt dieses Durchmessers und die Projection der fünf Punkte *uvcdP* kann mit Benützung eines beliebig auf der Fluchtlinie gewählten Fluchtpunktes *f* erfolgen, so z. B. projectirt sich der Punkt *P* im Durchschnitte der Projection *fh* der willkürlich liegenden Linie *Ph* mit der Projection des Diameters *uv*. Dasselbe Verfahren wird in allen speciellen Fällen, in welchen der zugeordnete Durchmesser senkrecht zur Polare steht, also mit einer Axe zusammenfällt, zur Projection der gesuchten Hauptpunkte anzuwenden sein.

Fig. 2.

In diesem Falle ist das Projectionscentrum *S* so zu wählen, dass die Durchschnittslinie der zweiten Parallelebene *Se*, also die Polare *P'P'*, voraussichtlich keinen Punkt mit der gegebenen Hyperbel gemein habe, ist nun letztere durch Lage und Länge der Haupt- und Nebenaxe *uv*, *rs*, mithin auch durch beide Asymptoten bestimmt, so kann man ebenfalls stets den Pol *P*, so wie den der Polare zugeordneten Durchmesser *ab* und die Endpunkte der Parallelsehne *cd* vollkommen genau bestimmen, u. z. kann dies in allen Fällen sehr einfach und ohne Verzeichnung des Curvenumfanges unter Zugrundelegung der bereits im ersten Falle angegebenen Beschaffenheit des Poles „im Durchschnitte zweier, willkürlich gewählten Punkten der Polare entsprechenden Berührungssehnen zu liegen", so wie mit Benützung bekannter Eigenschaften der Asymptoten (wie z. B. des Satzes: jede Hyperbelsekante wird von den Asymptoten so geschnitten, dass die zwischen Asymptote und Curve liegenden Stücke einander gleich

sind) geschehen. Wie im früheren Falle ist der Fluchtpunkt des Durchmessers *ab* durch die Parallele *Sf* vom umgeklappten Centrum *S* bestimmt, und mithin in *fg* die Richtung der Projection dieses Durchmessers — durch die Projection der Punkte *a P* und *b* aber Länge *AB* und Mittelpunkt *m* desselben gegeben; die durch *m* parallel zur Fluchtlinie gezogene Gerade enthält wieder mit den wie im ersten Falle projectirten Punkten *c d*, Länge und Lage des zweiten conjugirten Diameters.

Fig. 3.

Übereinstimmend mit den zwei früheren Problemen ist auch in diesem Falle das Centrum *S* so zu wählen, dass die besprochene Polare *P' P* keinen Punkt mit der gegebenen Parabel gemein habe, letztere aber sei nach der wieder im gleichen Sinne mit dem Centrum erfolgten Umklappung in die Projectionsebene durch Lage und Länge des Parameters *rs* bestimmt, mithin ist auch Axe, Scheitel und Directrix bekannt und man kann wie früher ohne Verzeichnung des Curvenumfanges den zugehörigen Pol *P* bestimmen. Der, der Polare zugeordnete Durchmesser *Pb* erscheint als Parallele zur Axe unter Berücksichtigung der bekannten Eigenschaft, dass sein Umfangsschnitt *b* den Abstand zwischen Pol und Polare halbirt, die Projection dieses Punktes *b* in *B*, so wie des zweiten unendlich fernen Endpunktes (*a*) in den Fluchtpunkt *f* geben Lage und Länge des ersten, ferner jene der beiden Sehnenpunkte *cd* Lage und Länge des zweiten conjugirten Durchmessers *CD*.

Fig. 4.

Nach der für diesen Fall aufgestellten Bedingung ist das Centrum *S* so zu wählen, dass der Durchschnitt der zweiten Parallelebene *Se* mit der gegebenen Ebene *en*, also die besprochene Polare, die gleichfalls bestimmte Ellipse voraussichtlich in zwei Punkten schneidet. Es sei also die Polare *P'P'* durch den bekannten Abstand *en* und die Ellipse durch beide Axen *uv*, *rs* gegeben. Man kann nun mit Anwendung des Satzes über die Differenz der Halbaxen die beiden Schnittpunkte *tt'* und in bekannter Weise, die, diesen Punkten entsprechenden Tangenten ohne Verzeichnung des Curvenumfanges bestimmen, in ihrem Durchschnitt *P* ergibt sich der Pol und mithin in der Verbindungslinie *Po* die Lage des zugeordneten Durchmessers *ab*.

Die beiden Asymptoten der gesuchten Projection mx und my erscheinen, wie bereits unter Nr. 4 angeführt, als Projection der Tangenten Pt und Pt' und es würde sich durch Projectiren der Punkte a, b wie früher die Lage und Länge eines reellen Durchmessers der Hyperbel ergeben; man kann jedoch statt desselben die Hauptaxe auf folgende Weise auffinden: Die Lage der Hauptaxe ist bekanntlich durch Halbirung des Asymptotenwinkels ymx gegeben, ihre Länge aber wird durch Projection der ihr in der gegebenen Ellipse entsprechenden Sehne $a'b'$ bestimmt; die verlängerte Halbirungslinie trifft nämlich in g' die Spur EE der Bildebene; es ist daher in $g'P$ die Richtung und mittelst der Differenz der angegebenen Halbaxen die Länge der zu projectirenden Sehne $a'b'$ bekannt, sonach gibt die Projection der Punkte $a'b'$ die gesuchte Hauptaxe AB und durch diese und die gefundenen Asymptoten auch die Nebenaxe CD.

Fig. 5*a*.

Das Centrum ist so gewählt, dass beide Durchschnittspunkte der besprochenen Polare auf demselben Aste der Hyperbel liegen in diesem Falle muss die Polare $P'P$ einem imaginären Durchmesser parallel — also der zugeordnete Diameter in der gegebenen Hyperbel ein reeller sein. Letztere sei also wieder durch Haupt- und Nebenaxe uv, rs, mithin auch durch beide Asymptoten gegeben. Man bestimmt zunächst den Pol P entweder wie früher als Schnittpunkt zweier Berührungssehnen oder in anders vollkommen genauer Weise, und umgekehrt auch die beiden Polarschnittpunkte t, t' als Endpunkte der dem Pol P entsprechenden Berührungssehne tt', so projectiren sich (nach Nr. 4) die beiden Tangenten Pt und Pt' als Asymptoten yy, xx in der gesuchten Curvenprojection.

Lage und Länge der Hauptaxe AB findet man wieder durch die im mg erfolgte Halbirung des Asymptotenwinkels ymx und durch Projectirung der auf der Sekante gP liegenden Sehnenpunkte ab, womit auch durch die bekannte Beziehung zu den Asymptoten Lage und Länge der Nebenaxe CD bekannt ist.

Fig. 5*b*.

Das Centrum S ist so gewählt, dass die zwei Schnittpunkte der Polare voraussichtlich auf beiden Ästen der Hyperbel liegen.

In diesem Falle muss die Polare $P'P$ einem reellen Durchmesser parallel — also der ihr zugeordnete Diameter unmöglich

sein. Ist wieder die Hyperbel durch Haupt- und Nebenaxe *uv*, *rs* gegeben, und bestimmt man wie in Fig. 5*a* mit Hilfe beider Axen durch den Schnitt zweier Berührungssehnen den (jetzt auf entgegengesetzter Seite vom Mittelpunkt liegenden) Pol *P*, construirt ferner von letzterem die beiden Tangenten *Pt*, *Pt'*, so ist analog dem früheren die Projection des Poles der Mittelpunkt *m*, während jene der beiden Tangenten *Pt*, *Pt'* die Asymptoten *xx*, *yy* liefert und beide Axen *AB*, *CD*, wie in Fig. 5*a* durch Projection der entsprechenden Sehnenpunkte *a b* u. s. w. gefunden werden.

Fig. 5*c*.

Soll die Polare nach entsprechender Wahl des Centrums die gegebene Hyperbel nur in einem Punkte schneiden, so muss sie gleich der Spur *EE* parallel zu einer Asymptote liegen; es sei also die Hyperbel wieder nach der in die Projectionsebene erfolgten Umklappung durch beide Axen *uv*, *rs* und durch die Asymptote *zz* parallel zur Polare *P'P'* gegeben. Da jede Asymptote ein System zusammenfallender conjugirter Durchmesser repräsentirt, so wird auch der der Polare zugeordnete Durchmesser mit dem ihr parallelen, d. i. mit der Asymptote *zz* zusammenfallen und letztere daher den gesuchten Pol *P* enthalten; sonach genügt die Construction nur einer einem beliebigen Punkte der Polare entsprechenden Berührungssehne, um in ihrem Durchschnitte mit der Asymptote *zz* den Pol zu bestimmen; eben so kann von diesem Punkte nur eine Tangente *Pt* (im Schnittpunkt *t* der Polare) construirt werden, da der zweite Berührungspunkt auf der Asymptote *zz* in unendlicher Entfernung liegt; es geben daher die Projectionen der Tangente *Pt* und Asymptote *zz* die gesuchten Asymptoten *xx*, *yy* mit der Projection des Poles als Mittelpunkt *m*. Die Bestimmung der Hauptaxe *AB* erfolgt wieder durch Aufsuchung und Projectirung der entsprechenden Sehne *ab*.

Fig. 6*a*.

Übereinstimmend mit Fig. 4, Fig. 5*a* ist auch in diesem Falle das Centrum so gewählt, dass die Polare *P'P'* die gegebene Parabel voraussichtlich in zwei Punkten schneidet, während diese Curve selbst durch die Länge des Parameters, so wie durch die den gestellten Anforderungen entsprechende relative Lage desselben vollkommen bestimmt, und mithin auch Axe, Brennpunkt und Directrix bekannt ist. Mit Hilfe dieser Bestimmungsstücke kam man stets sehr genau und ohne weitere Verzeichnung des Curvenumfanges die

Schnittpunkte tt' der Polare, so wie die ihnen entsprechenden Parabeltangenten Pt, Pt' construiren, in ihrem Durchschnitte ergibt sich der Pol P und in ihrer Projection wie früher die gesuchten Asymptoten xx, yy. Lage und Länge der Hauptaxe findet man wie oben durch Halbirung des Asymptotenwinkels und Aufsuchung der entsprechenden Parabelsekante gP; die Projection ihres Schnittpunktes b bestimmt den Punkt B.

Fig. 6*b*.

Die Polare soll die, wieder durch Lage und Länge des Parameters rs vollkommen bestimmte Parabel in einem Punkte schneiden, mithin gleich der Spur EE zur Axe parallel liegen. In diesem Falle bildet die zweite, hier in unendlicher Entfernung vom Scheitel (senkrecht zur gegebenen) gedachte Axe den zugeordneten Diameter mithin liegt auch der gesuchte Pol auf diesem Durchmesser in unendlicher Entfernung, jedoch stets auf der dem Schnittpunkt t als Berührungspunkt entsprechenden Tangente tx an die gegebene Parabel. Bestimmt man daher in bekannter Weise mit Zugrundelegung des gegebenen Parameters rs diesen Schnitt t, so wie die zugehörige Tangente tx, so projectirt sich wie in den früheren Fällen letztere als Asymptote xx der gesuchten Hyperbel; die Projection des Poles ist aber offenbar zugleich die Projection des unendlich fernen Punktes der Tangente tx, daher ist der Fluchtpunkt dieser Linie ($Sm \parallel tx$) zugleich der gesuchte Mittelpunkt m.

Da der oben erwähnte in unendlicher Entfernung gedachte zugeordnete Durchmesser senkrecht zur Parabelaxe, also auch senkrecht zur Spur der gegebenen Ebene stehen müsste, mithin sein Fluchtpunkt mit dem Hauptfluchtpunkte H und seine Projection mH mit der des conjugirten Diameters (in unendlicher Entfernung parallel zur Axe liegend) zusammenfällt, so bildet die gegebene Fluchtlinie yF, in welcher beide conjugirte Diameter der gesuchten Hyperbel zusammenfallen, die zweite Asymptote.

Durch Halbirung des Asymptotenwinkels ymx, Aufsuchung und Projectirung des Schnittpunktes a der, der gesuchten Hauptaxe in der gegebenen Parabel entsprechenden Sekante ag, findet man wie oben Lage und Länge dieser Axe.

Fig. 7.

Das Centrum S ist in diesem, so wie in den beiden folgenden Fällen so gewählt, dass die Durchschnittslinie der zweiten Parallel-

ebene Se, also die besprochene Polare $P'P'$ die gegebene Linie zweiter Ordnung in einem Punkte tangirt; es muss daher nach erfolgter Umklappung in die Projectionsebene diese Curve selbst durch entsprechende Bestimmungsstücke, so wie der Berührungspunkt als Pol P der Tangente oder Polare $P'P'$ gegeben sein.

Zuerst sei also die durch beide Axen rs, uv und den Berührungspunkt P gegebene Ellipse zu projectiren, so erhalten wir die Lage und Begrenzung eines Durchmessers der gesuchten Parabel durch die mittelst Fluchtpunkt f und Spur g erfolgte Projection des der Polare zugeordneten und gegebenen Durchmessers Pa, so wie durch Projection seines Endpunktes a nach A. Mittelst gegebener Differenz beider Halbaxen bestimmt man die Länge einer beliebigen conjugirten Parallelsehne BC, so vertritt ihre Projection BC, verbunden mit dem früher gefundenen Durchmesser Ag ein System conjugirter Diameter, und man kann damit in bekannter Weise Lage und Länge des Parameters DE, so wie den Umfang bestimmen.

Fig. 8.

Die Hyperbel sei durch beide Axen uv, rs (mithin auch durch beide Asymptoten xx, yy) und der Berührungspunkt P als Pol zur Polare $P'P'$ gegeben; man bestimmt wieder den zugeordneten Durchmesser Pa, so ergibt sich in seinem Fluchtpunkt f, seiner Spur g und der Projection A seines Endpunktes a Lage und Länge eines gesuchten Diameters der Parabel; bestimmt man ferner auch die Projection p des Mittelpunktes o, so projectiren sich die Asymptoten xx, yy in der Verbindung pxt, pyt' als gesuchte Tangenten der Parabel (mit der Fluchtlinie FF als Polare in Bezug auf den Pol p), und man kann wie früher mittelst des Diameters Af und der conjugirten Sehne tt' den Parameter ED bestimmen.

Fig. 9.

Die Parabel sei durch den Parameter rs und in Übereinstimmung mit diesem der Pol P als Berührungspunkt der Polare $P'P'$ gegeben; die Projection des senkrecht zum Parameter durch P gezogenen Durchmessers Pg liefert die Richtung eines Durchmessers fg der gesuchten Parabel, begrenzt durch den Fluchtpunkt f des Durchmessers Pg, und es gibt ferners auch die Projection einer beliebigen conjugirten Sehne BC der gegebenen Parabel eine dem Durchmesser fg conjugirte Sehne der gesuchten Curve, wodurch auch der Parameter DE bestimmt ist.

6.

Aus Vorstehendem geht hervor, dass der unter Nr. 3 begründete Lehrsatz II wesentlich die Grundlage zur Bestimmung der Centralprojection einer gegebenen Linie zweiter Ordnung bildet, und es erübrigt noch die Lösung der zweiten eingangs erwähnten Aufgabe „— aus der vollkommen bestimmten Projection Form und Lage der gegebenen Curve zu ermitteln —“ sie erfolgt einfach durch Anwendung des ebenfalls unter Nr. 3 begründeten Satzes I.

Ist nämlich (Fig. 1 — 9) die Projection $ABCD$ als eine in der Zeichnungsfläche durch entsprechende Bestimmungsstücke gegebene Curve — so wie ihre relative Lage zum Centrum S und zur Ebene der gesuchten Curve $rsuv$ bekannt, so sind auch die beiden als Fluchtlinie FF und Polare $P'P'$ bezeichneten Parallellinien gegeben und es werden (entsprechend der gegenseitigen Beziehung zwischen den Lehrsätzen I und II) die gesuchten Bestimmungsstücke (Diameter, Axen u. s. w.) dadurch gefunden, dass die unter Nr. 4 aufgestellten Relationen zwischen der nun als Polare erscheinenden Fluchtlinie Ff und der Projection $ABCD$ als gegebene Curve angewendet und in ganz gleicher Weise wie früher (in Bezug auf die Polare PP' und Curve $rsuv$) die Bestimmungsstücke der Curve $rsuv$ (als Projection von $ABCD$) hergeleitet werden.

Es erfolgt also, kurzgefasst, die Lösung der zweiten Aufgabe dadurch, das die Curvenebene ene' als Projectionsebene, die Projection $ABCD$ als zu projectirende Linie zweiter Ordnung, mithin die Fluchtlinie Ff als besprochene Polare betrachtet und mit diesen neuen Annahmen die graphische Darstellung der angeführten neun Fälle — vollkommen übereinstimmend mit dem früheren — zu vollziehen ist.

Analysis.

7.

Analog der graphischen Darstellung ist auch zur analytischen Bestimmung die relative Lage des Projectionscentrums S, der Projectionsebene und der Ebene der gegebenen Linie zweiter Ordnung, so wie diese Curve selbst durch entsprechende Ordinaten zu fixiren.

Um die Resultate der Untersuchung einfach und doch alle speciellen Fälle umfassend zu erhalten, mögen die angeführten Bestim-

mungsstücke auf ein schiefwinkliges Coordinatensystem des Raumes bezogen und letzteres so gewählt werden, dass die Axen ox und oy in der Ebene der gegebenen Curve liegen, u. z. sei die x-Axe parallel zur Durchschnittslinie der beiden genannten Ebenen, die y-Axe aber falle mit jenem Durchmesser zusammen, welcher alle zur x-Axe parallelen Sehnen der in der Form

$$f(xy) = Ax^2 + By^2 + 2Cxy + 2Dx + 2Ey + F = 0$$

gegebenen Curve zweiter Ordnung halbirt, somit diesen Sehnen conjugirt ist; wird ferner der Coordinaten-Anfang in einem diesem Durchmesser entsprechenden Scheitel verlegt und die zweite Coordinaten-Ebene xz so gewählt, dass sie zur gegebenen Projectionsebene parallel wird, so ist letztere durch

$$y = k \text{ (Projectionsebene)}$$

in Bezug auf ihre Lage gegen die Curvenebene xy vollkommen bestimmt.

Endlich werde durch das im Raume gegebene Centrum S und durch die oben bestimmte y-Axe die dritte Coordinatenebene yz gelegt, so zwar, dass dieses Centrum selbst durch die Ordinaten

$$\left.\begin{array}{l} x = 0 \\ y = b \\ z = c \end{array}\right\} \ldots\ldots\ldots (S)$$

fixirt ist und analog dem descriptiven Verfahren möge auch hier die durch S parallel zur Ebene der gegebenen Curve (xy) gelegte Ebene

$$z = 0$$

erste Parallelebene, hingegen jene parallel zur Projectionsebene, mithin auch parallel zur Coordinatenebene xz gelegte Ebene

$$y = b$$

zweite Parallelebene genannt werden, es erfolgt mithin der Durchschnitt dieser zweiten Parallelebene mit der Ebene xy im Abstande $y = b$ vom Ursprung, u. z. parallel zur x-Axe.

8.

Wird nun irgend ein in der Ebene xy liegender Punkt $\bar{x}\bar{y}$ aus dem Centrum $x = 0$, $y = b$, $z = c$ auf die gegebene Projec-

tionsebene projectirt, so erfolgt dies durch die Bestimmung des Durchstosspunktes des entsprechenden Projectionsstrahles

$$x = \bar{x} - \frac{\bar{x}}{c} z$$
$$y = \bar{y} - \frac{\bar{y} - b}{c} z$$

u. z. werden dessen Coordinaten bezogen auf ein zweites in der Projectionsebene

$$y = k$$

liegendes schiefaxiges Coordinaten-System XZ, dessen X- und Z-Axen den gleichnamigen des ersten Systems parallel laufen und welches den Durchstoss der y-Axe zum Ursprung hat; sie ergeben sich aus vorstehenden drei Gleichungen:

$$\left.\begin{aligned} X &= \bar{x}\frac{b-k}{b-\bar{y}} \\ Z &= \frac{c\,(k-\bar{y})}{b-\bar{y}} \end{aligned}\right\} \ldots\ldots\ldots\ (\alpha).$$

In gleicher Weise würde sich auch die Projection der gegebenen Curve $f(xy) = 0$ als $F(XZ)$, zwar direct jedoch durch eine ziemlich weitläufige Rechnung bestimmen lassen; einfacher wird dieses Ziel erreicht durch Berücksichtigung einiger Beziehungen zwischen der gegebenen Curve $f(x\ y) = 0$ und der in der xy-Ebene im Abstand $y = b$ liegenden Durchschnittslinie als Polare in Bezug auf diese Linie zweiter Ordnung; da nämlich in letzterer stets der parallel zur Polare gezogene Diameter jenem durch den Pol gelegten conjugirt ist, im vorliegenden Falle aber die Polare zur x-Axe parallel läuft, so muss der zugehörige Pol auf der y-Axe liegen (entsprechend der oben angegebenen Lage dieser Axe) und es müssen weiters die Curven Schnittpunkte dieses der Polare zugeordneten Durchmessers

$$x = 0 \left\{\begin{aligned} y &= y' = 0 \\ y &= y_{\prime\prime} \end{aligned}\right.$$

mit dem Pol

$$x = 0,\ y = y_0$$

und dem Schnittpunkte in der Polare

$$x = 0,\ y = b$$

harmonisch liegen, also durch die Relation

$$y_0 (b - y_{,,}) = b (y_{,,} - y_0)$$

bestimmt sein; woraus sich die Coordinaten des Poles

$$\begin{cases} x = 0 \\ y_0 = \dfrac{by_{,,}}{2b - y_{,,}} \end{cases}$$

ergeben.

Projectirt man nun die drei Punkte mit den Ordinaten $y_1\, y_0\, y_{,,}$ mit Benützung der Gleichungen α in die Projectionsebene $y = k$, so sind die entsprechenden Projectionen $Z_1'\, Z_0\, Z_{,,}$ dieser Ordinaten, u. z.

$$\begin{array}{ll} \text{für } \bar{y} = y_1 = 0; & Z_{,} = \dfrac{ck}{b} \\ \text{„ } \bar{y} = y_0 = \dfrac{by_{,,}}{2b - y_{,,}} & Z_0 = \dfrac{1}{2} \dfrac{2bk - ky_{,,} - by_{,,}}{b^2 - by_{,,}} c \\ \text{„ } \bar{y} = y_{,,} & Z_{,,} = \dfrac{c(k - y_{,,})}{b - y_{,,}}. \end{array}$$

Da das arithmetische Mittel der Projection der beiden Schnittpunkte des zugeordneten Durchmessers

$$\frac{Z_{,} + Z_{,,}}{2} = \frac{1}{2} \frac{2bk - ky_{,,} - by_{,,}}{b^2 - by_{,,}} c = Z_0$$

ist, so wird die Projection dieses Durchmessers von der Projection des Poles halbirt — und indem ferners die Projection einer in einem beliebigen Abstand

$$y = m$$

gegebenen conjugirten Sehne

$$\begin{cases} y = m \\ x = \pm r \end{cases}$$

(mit Bezug auf Gleichungen a) ebenfalls von der Form

$$\begin{cases} Z = n \\ X = \pm s \end{cases}$$

sein, und mithin durch die neue Z-Axe in $+s$ und $-s$ halbirt werden muss, so folgt weiters, dass auch die in dieser Z-Axe liegende Projection des der Polare $y = b$ zugeordneten Durchmessers eine Reihe

von conjugirten Parallelsehnen halbirt — mithin selbst zum Durchmesser der gesuchten Curvenprojection wird.

„Die Durchschnittslinie der zweiten Parallelebene mit der Ebene der Linie zweiter Ordnung ist die Polare in Bezug auf jenen in dieser Ebene liegenden Punkt als Pol, dessen Projection den Mittelpunkt der gesuchten Curvenprojection gibt" . . . . . (a).

„Die Projection des dieser Polare conjugirten Durchmessers bildet mit dem zu ihr parallel gezogenen ein System conjugirter Diameter der gesuchten Curvenprojection" . . . . (b).

Die Lage dieses ersten gefundenen Durchmessers ist sonach durch $x = o$, seine halbe Länge aber durch

$$A = \frac{Z_{\prime} - Z_{\prime\prime}}{2} = \frac{cy_{\prime\prime}(b-k)}{2b(b-y_{\prime\prime})}$$

bestimmt, während die Lage des zweiten conjugirten Diameters der gesuchten Projection durch $Z = Z_0$ gegeben, seine Länge aber von der ihm in der gegebenen Curve $f(xy) = o$ entsprechenden Polar-Parallelsehne und somit von der Lage des Poles $x = o$, $y = y_0$ abhängig gemacht ist; in letzterer Beziehung sind aber bekanntlich drei Fälle zu unterscheiden.

(1.)

Der Pol liegt innerhalb, mithin die Polare ausserhalb des Curvenumfanges; es kann daher durch den Pol im Abstande

$$y_0 = \frac{by_{\prime\prime}}{2b - y_{\prime\prime}}$$

die besprochene Sehne gezogen und ihre Schnittpunkte

$$x = +x_0, \quad x = -x_0$$

mit der Curve $f(xy) = o$ bestimmt werden,

Projectirt man diese Punkte (mit Bezug auf die Gleichungen a) ebenfalls in die Ebene $y = k$, so ergeben sich diese Projectionen $Z = Z_0$ wie oben und

$$X = \pm X_0 = \pm x_0 \frac{b-k}{b-y_0}$$

als gesuchte Hälfte des zweiten conjugirten Diameters B; also durch entsprechende Substitution von y_0

$$X_0 = \frac{B}{2} = \pm x_0 \frac{(b-k)(2b-y_{\prime\prime})}{2b(b-y_{\prime\prime})}.$$

Es erscheint daher die nun bestimmte Curvenprojection als Mittelpunktslinie zweiter Ordnung in der Form

$$\frac{Z^2}{A^2} + \frac{X^2}{B^2} = 1,$$

d. i. als Ellipse.

(2.)

Der Pol liegt ausserhalb des Curvenumfanges, mithin ist die im ersten Falle durch ihn gezogene und projectirte Sehne $\pm x_0$ unmöglich; daher auch die Projection derselben, d. i. der zweite Durchmesser B imaginär, und sonach ist die gesuchte Curve eine Hyperbel von der Form

$$\frac{Z^2}{A^2} - \frac{X^2}{-B_2} = 1,$$

in welcher

$$\frac{A^2}{-B^2} = -\frac{c^2 y_{\prime\prime}^2}{x^2_0 (2b-y_{\prime\prime})^2} = \frac{Z^2}{X^2}$$

die Gleichung beider Asymptoten bildet.

Diese beiden Asymptoten können jedoch auch direct bestimmt werden; liegt nämlich der Pol ausserhalb des Curvenumfanges, so ist $y_0 > y_{\prime\prime}$ mithin $b < y_{\prime\prime}$ und die Polare schneidet die gegebene Curve in den Punkten

$$y = b \begin{cases} x = + x_1 \\ x = - x_1; \end{cases}$$

da aber die harmonische Theilung zwischen den Endpunkten des conjugirten Durchmessers, den Pol und den Schnittpunkten der Polare unverändert stattfinden muss, so ergeben sich stets die Schnittpunkte $\pm x_1$ der Polare aus den Schnittpunkten $\pm x_0$ der conjugirten Polsehne des ersten Falles, wenn y_0 mit b vertauscht wird.

Werden diese Schnittpunkte

$$y = b \begin{cases} x = + x_1 \\ x = - x_1 \end{cases}$$

mit Hilfe der Gleichung α auf die Ebene $y = k$ projectirt, so erhält man

$$Z_1 = \frac{c\,(k-b)}{b-b} = \infty$$

$$X_1 = \pm\, x_1 \frac{(b-k)}{b-b} = \infty$$

und diese mit der Projection des Pols $X = X_0$, $Z = Z_0$ verbunden und auf diesen Punkt als Mittelpunkt der gesuchten Curve bezogen, geben in

$$\frac{Z}{X} = \mp \frac{c}{x_1}\text{, oder}$$

$$\frac{Z^2}{X^2} = \frac{c^2}{x_1^2}$$

die Gleichung der gesuchten Asymptoten; mithin ist

$$\frac{Z^2}{X^2} = \frac{A^2}{-B^2} = -\frac{c^2 y_{,,}^2}{x_0^2\,(2b-y_{,,})^2} = \frac{c^2}{x_1^2},$$

woraus

$$x_1^2 = -\frac{x_0^2\,(2b-y_{,,})^2}{y_{,,}^2} = -x_0^2 \cdot \frac{b^2}{y_0^2}$$

sich ergibt, und sonach zwischen den Schnittpunkten der Polare in diesem und jenen der conjugirten Polsehne im früheren Falle die Relation

$$X_1^2 : -X_0^2 = b^2 : y_0^2$$

besteht.

(3.)

Der Pol fällt in einen Punkt des Umfanges der gegebenen Linie zweiter Ordnung; mithin ist $y_0 = y_{,,}$, daher auch

$$y_0 = b = y_{,,};$$

es fällt somit der Pol mit der Polare im Punkte $x = o$, $y = y_{,,}$ zusammen und die gesuchte Projection wird sich aus der im ersten Falle gefundenen

$$\frac{Z^2}{A^2} + \frac{X^2}{B^2} = 1$$

durch Substitution von $b = y_{,,}$ und $x_0 = 0$ ergeben. Geschieht dies, so findet man

$$A = \frac{cy_{,,}(y_{,,}-k)}{0} = \infty$$

$$B = \pm 0 \, . \frac{(y_{,,}-k)y_{,,}}{0} = \frac{0}{0}.$$

Wird aber die gegebene Mittelpunktsgleichung in die Scheitelgleichung der gesuchten Curve

$$X^2 + \frac{B^2}{A^2} Z^2 - \frac{2B^2}{A} Z = 0$$

verwandelt und werden nun die Werthe für A und B substituirt, so findet man

$$\frac{B^2}{A^2} = 0$$

$$\frac{B^2}{A} = \frac{0}{0} = P$$

eine constante Grösse, somit die gesuchte Curve

$$X^2 = 2PZ$$

als Parabel.

Die gefundenen Resultate kurz zusammengefasst, ergeben: dass in den drei möglichen und vorstehend besprochenen Fällen die Projection des der Linie $y = b$ als Polare in der gegebenen Curve entsprechenden Poles

$$\begin{cases} x = 0 \\ y = y_0 = \dfrac{by_{,,}}{2b - y_{,,}} \end{cases}$$

auf die Ebene $y = k$ zum Mittelpunkt

$$\begin{cases} X = 0 \\ Z = Z_0 = \dfrac{2bk - ky_{,,} - by_{,,}}{2b(b - y_{,,})} c \end{cases}$$

der gesuchten Projection wird, wobei letztere in allen drei Fällen die Form

$$X^2 \pm \frac{B^2}{A^2} Z^2 \mp 2 \frac{B^2}{A} Z = 0$$

annimmt, mit den bereits gefundenen Diametern

$$A^2 = \frac{c^2 y_{,,}^2 (b-k)^2}{4b^2 (b-y_{,,})^2}, \quad B^2 = \frac{x_0^2 (b-k)^2 (2b-y_{,,})^2}{4b^2 (b-y_{,,})}$$

und

$$\frac{A^2}{-B^2} = \frac{c^2}{x_1^2};$$

jedoch stets vorausgesetzt, dass durch $y = o$, $y = y_{,,}$ Länge und Lage des der Polare zugeordneten Durchmessers und durch $x = \pm x_0$, $y = y_0$ Länge und Lage der conjugirten Polar-Parallelsehne oder dem äquivalent letztere durch die aufgestellte Relation

$$x_1^2 y_0^2 = -b^2 x_0^2$$

zu den Schnittpunkten der Polare — bestimmt ist, und somit jene speciellen Fälle der gegebenen $f(xy) = o$, für welche die eingangs aufgestellte Bedingung — dass der den x-Sehnen zugeordnete Durchmesser mit der y-Axe zusammenfalle — unmöglich wird, besonders zu berücksichtigen sind.

9.

Die allgemeine Gleichung der Linien zweiten Grades

$$f(xy) = Ax^2 + By^2 + 2Cxy + 2Dx + 2Ey + F = 0$$

umfasst bekanntlich drei Hauptformen, u. z.:

I. Die Ellipse:

$$\frac{y^2}{\alpha^2} + \frac{x^2}{\beta^2} = 1$$

II. die Hyperbel:

$$\frac{y^2}{\alpha^2} - \frac{x^2}{\beta^2} = 1$$

mit den speciellen Fällen:

$$\text{II}_a \ \ldots \ \frac{-y^2}{\alpha^2} + \frac{x^2}{\beta^2} = 1.$$

$$\text{II}_b \ \ldots \ yx = \text{Const.}$$

beide Curven I, II bezogen auf ihren Mittelpunkt als Coordinatenanfang eines schiefaxigen, den conjugirten Diametern $\alpha\,\beta$ entsprechenden Coordinatensystems.

III. Die Parabel $x^2 = 2py$ mit dem speciellen Fall $y^2 = 2p'x$, u. z. als Scheitelgleichungen, bezogen auf ein schiefaxiges System, in welchem die eine Coordinatenaxe als conjugirter Durchmesser aller zur zweiten Axe parallel gezogenen Sehnen erscheint.

Werden nun die drei Hauptformen I, II, III auf einen Scheitel als Coordinatenanfang bezogen, so lassen sie sich in der Gleichung

$$f'(xy) = x^2 + qy^2 - 2py = 0$$

zusammenfassen und auf das eingangs angegebene Coordinatensystem xyz beziehen, welch letzteres bereits so gewählt wurde, dass die x-Axe parallel zur gegebenen Polare $y = b$, die y-Axe hingegen entsprechend den gegebenen Curven $f^1(xy) = 0$ alle zur x-Axe parallelen Sehnen halbirt.

I.

Die Ellipse:

$$x^2 + \frac{\beta^2}{\alpha^2} y^2 - \frac{2\beta^2}{\alpha} y = 0$$

ist zu projectiren; somit ist

$$q = + \frac{\beta^2}{\alpha^2}, \quad p = + \frac{\beta^2}{\alpha}, \quad y_{,,} = 2\alpha$$

und man erhält im Durchschnitte der Polsehne

$$x = 0$$

$$y = y_0 = \frac{\alpha b}{b - \alpha}$$

die Schnittpunkte:

$$x_0^2 = \frac{\beta^2 b\,(b - 2\alpha)}{(b - \alpha)^2}$$

und damit

$$A^2 = \frac{c^2 \alpha^2 (b - k)^2}{b^2 (b - 2\alpha)^2}$$

$$B^2 = \frac{\beta^2 (b - k)^2}{b\,(b - 2\alpha)}.$$

In den drei möglichen Fällen ist:

Erstens: $b > 2\alpha$; die Polare liegt ausserhalb, daher sind A^2 und B^2 positive Grössen und

$$\frac{Z^2}{A^2} + \frac{X^2}{B^2} = 1$$

die gesuchte Ellipse.

Zweitens: $b<2\alpha$; die Polare schneidet, somit ist A^2 positiv, B^2 negativ, daher

$$\frac{Z^2}{A^2}-\frac{X^2}{-B^2}=1$$

die gesuchte Hyperbel mit den Asymptoten

$$\frac{A^2}{-B^2}=\frac{c^2}{x_1{}^2}=\frac{c^2\alpha^2}{\beta^2 b(2\alpha-b)}=\frac{Z^2}{X^2}.$$

Drittens: $b=2\alpha$; die Polare tangirt, daher ist:

$$\frac{B^2}{A^2}=o,\quad \frac{B^2}{A}=\frac{\beta^2(2\alpha-k)}{c\alpha}=P$$

und

$$X^2=2PZ$$

die gesuchte Parabel.

II.

Die Hyperbel:

$$x^2-\frac{\beta^2}{\alpha^2}y^2+2\frac{\beta^2}{\alpha}y=0$$

ist zu projectiren; somit ist

$$q=\frac{-\beta^2}{\alpha^2},\quad p=\frac{-\beta^2}{\alpha},\quad y_{\prime\prime}=2\alpha,\quad y_0=\frac{\alpha b}{b-\alpha}$$

und

$$x_0{}^2=\frac{\beta^2 b(2\alpha-b)}{(b-\alpha)^2}$$

$$A^2=\frac{c^2\alpha^2(b-k)^2}{b^2(b-2\alpha)^2}$$

$$B^2=\frac{\beta^2(b-k)^2}{b(2\alpha-b)}.$$

Erstens: $b<2\alpha$; die Polare liegt ausserhalb, somit sind A^2 und B^2 positiv, also

$$\frac{Z^2}{A^2}+\frac{X^2}{B^2}=1$$

die gesuchte Ellipse.

Zweitens: $b>2\alpha$; die Polare schneidet, daher ist A^2 positiv, B^2 negativ, somit

$$\frac{Z^2}{A^2} - \frac{X^2}{-B^2} = 1$$

die gesuchte Hyperbel mit den Asymptoten

$$\frac{A^2}{-B^2} = \frac{c^2}{x_1^{\,2}} = \frac{c^2\alpha^2}{\beta^2 b\,(b-2\alpha)} = \frac{Z^2}{X^2}.$$

Drittens: $b=2\alpha$; die Polare tangirt, daher ist

$$\frac{B^2}{A^2} = 0, \quad \frac{B^2}{A} = \frac{\beta^2}{c\alpha}(k-2\alpha) = P$$

und

$$X^2 = 2PZ$$

die gesuchte Parabel.

III.

Die Parabel $X^2=2py$ ist zu projectiren; daher ist $q=0$ $y_{\prime\prime}=\infty$,

$$y_0 = \frac{by_{\prime\prime}}{2b-y_{\prime\prime}} = \frac{b}{\frac{2b}{y_{\prime\prime}}-1} = -b$$

und

$$x_0^{\,2} = -2pb;$$

mithin ist weiters

$$A^2 = \frac{c^2\,(k-b)^2}{4b^2}, \qquad B^2 = -\frac{p\,(k-b)^2}{2b}.$$

Erstens: b ist negativ; die Polare liegt ausserhalb, dann sind A^2 und B^2 positive Grössen und

$$\frac{Z^2}{A^2} + \frac{X^2}{B^2} = 1$$

die gesuchte Ellipse.

Zweitens: b ist positiv; die Polare schneidet, mithin ist A^2 positiv, B^2 negativ, also

$$\frac{Z^2}{A^2} - \frac{X^2}{-B^2} = 1$$

die gesuchte Hyperbel, und da

$$x_1^{\,2} = -\frac{x_0^{\,2}b^2}{y_0^{\,2}} = +2pb$$

ist, so sind

$$\frac{A^2}{-B^2} = \frac{c^2}{x_1^{\,2}} = \frac{c^2}{2pb} = \frac{Z^2}{X^2}$$

die gesuchten Asymptoten.

Drittens: $b = o$; die Polare tangirt, mithin ist

$$\frac{B^2}{A^2} = 0, \quad \frac{B^2}{A} = \frac{p}{c}(b-k) = P$$

und

$$X^2 = 2PZ$$

die gesuchte Parabel.

II *a*.

Die Hyperbel

$$-\frac{y^2}{\alpha^2} + \frac{x^2}{\beta^2} = 1$$

ist zu projectiren; diese specielle auf den Mittelpunkt bezogene Form der Hyperbel wird mit jener der Ellipse I in Übereinstimmung gebracht, wenn in den entsprechenden Resultaten statt

$$\alpha^2, \ \alpha, \ b, \ k, \ y_0$$

beziehungsweise

$$-\alpha^2, \quad \sqrt{-\alpha}, \quad b+\sqrt{-\alpha}, \quad k+\sqrt{-\alpha}, \quad y_0+\sqrt{-\alpha}$$

substituirt wird, u. z. erhält man den Pol

$$\begin{cases} x = 0 \\ y = y_0 = -\frac{\alpha^2}{b} \end{cases}$$

die conjugirte Sehne:

$$x_0^{\,2} = \frac{\beta^2}{b^2}(b^2 + \alpha^2)$$

und daher

$$A^2 = -\frac{c^2\alpha^2(b-k)^2}{(b^2+\alpha^2)^2}, \quad B^2 = \frac{\beta^2(b-k)^2}{b^2+\alpha^2},$$

da A^2 für jeden endlichen Werth von b negativ und B^2 positiv bleibt, so folgt, dass in allen Fällen die Projection der vorstehenden Curve eine Hyperbel von der Form

$$\frac{X^2}{B^2} - \frac{Z^2}{A^2} = 1$$

ist.

II$_b$.

Die Hyperbel $xy = m =$ Const., auf ihre Asymptoten bezogen, ist zu projectiren; obwohl dieser und der folgende specielle Fall durch die besondere Lage des Coordinatensystems von der directen Anwendung der gefundenen Resultate ausgeschlossen ist, kann doch einfach eine Übereinstimmung mit letzteren hergestellt werden. Da nämlich in diesem Falle die Polare $y = b$ (gleich der Linie $y = k$ auf den Mittelpunkt bezogen) die gegebene Curve in einem Punkte

$$y = b$$
$$x = \frac{m}{b} = x_1$$

schneidet, mithin zur x-Asymptote parallel läuft, so fällt in dieser Asymptote der zur Polare parallele mit dem ihr zugeordneten Durchmesser zusammen, mithin muss auch der entsprechende Pol $x_0\, y_0$ auf dieser Asymptote, d. i. auf der x-Axe liegen.

Wird nun letzterer in bekannter Weise direct gesucht, so findet man

$$x_0 = \frac{2m}{b}$$
$$y_0 = 0$$

und seine wie oben mit Hilfe der Gleichungen α Nr. 8 erfolgte Projection

$$X_0 = \frac{2m\,(b-k)}{b^2}$$
$$Z_0 = \frac{ck}{b}.$$

Da sich bekanntlich die vom Pole zu den Polarschnittpunkten gezogenen Tangenten wieder als Tangenten, beziehungsweise in diesem Falle als Asymptoten projectiren müssen, so ist die Projection der ersten Tangente zum ∞ fernen Polarschnitte, d. i. die Projection der X-Asymptote

$$Z = \frac{ck}{b} = Z_0$$

zugleich die erste Asymptote der gesuchten Curve; deren Mittelpunkt in $X_0\, Z_0$, d. i. übereinstimmend mit den früheren Fällen — in

der Projection des Poles als Mittelpunkt der gesuchten Curvenprojection — liegt. Da sich der Polarschnitt

$$y = b,\ x = \frac{m}{b} = x,$$

in

$$X = \frac{\frac{m^2}{b}(b-k)}{0} = \infty$$

$$Z = \frac{c(k-b)}{0} = \infty$$

somit in unendliche Entfernung projectirt, so ist seine Verbindung mit dem Mittelpunkte $X_0\ Z_0$ als Projection der zweiten Poltangente auch eine zweite Asymptote der gesuchten Curve; wird diese zugleich auf den Mittelpunkt $X_0\ Z_0$ als Coordinatenanfang bezogen, so erscheint sie in der Form

$$\overline{Z} = -\frac{cb}{m}\overline{X}.$$

Da diese Relation $\frac{\overline{X}}{\overline{Z}}$ für jeden Werth von b die Form einer reellen Grösse erlangt, so ist die Projection der vorgelegten Curve $xy = m$ in allen Fällen eine Hyperbel mit den Asymptoten:

$$Z = 0$$

$$\frac{Z}{X} = -\frac{cb}{m}.$$

III b. Die Parabel $y^2 = 2px$ ist zu projectiren.

In Übereinstimmung mit dem früheren speciellen Fall schneidet auch jetzt die parallel zur x-Axe liegende Polare $y = b$ die gegebene Curve in einem Punkte

$$\begin{cases} y = b \\ x = \frac{b^2}{2p} = x_1 \end{cases}$$

und da bekanntlich in diesem Falle der Pol auf der diesem Schnittpunkt entsprechenden Tangente in unendlicher Entfernung liegt, diese Gerade aber die Richtungsconstante

$$\frac{\text{dif.}\,y}{\text{dif.}\,x} = \sqrt{\frac{p}{2x^1}} = \frac{p}{b}$$

besitzt, so ergibt sich die Projection des Poles im Fluchtpunkt dieser Tangente, d. i. im Durchstoss der durch das Centrum $x = o$, $y = b$, $z = c$ zur gegebenen Linie parallel gezogene Geraden:

$$z = c, \quad y = \frac{p}{b} x + b$$

mit der Projectionsebene $y = k$, woraus

$$\begin{cases} Z_0 = c \\ X_0 = \frac{b(k-b)}{p} \end{cases}$$

als Projection des Poles gefunden wird.

Da die erste vom Pol zur gegebenen Curve gezogene Tangente in unendlicher Entfernung parallel zur x-Axe liegen würde, so erscheint ihre Projection in der Fluchtlinie der gegebenen Ebene, d. i. in

$$Z = c$$

als erste Asymptote der gesuchten Projection.

Die Projection des in der zweiten Poltangente liegenden Polarschnittes $y = b$, $x = \frac{b^2}{2p}$ bestimmt sich (nach den Gleichungen α, Nr. 8) in

$$X = \frac{b^2}{2p} \frac{b-k}{0} = \infty$$

$$Z = -\frac{c(b-k)}{0} = \infty$$

mithin ergibt sich in der Verbindung dieses Punktes mit der Projection $Z_0 X_0$ des Poles und bezogen auf den Punkt $Z_0 X_0$ als Coordinatenanfang die Gerade

$$\frac{\bar{Z}}{\bar{X}} = -\frac{2pc}{b^2}$$

als Projection der zweiten Poltangente, d. i. als zweite Asymptote der gesuchten Curve.

Im Durchschnitt beider Asymptoten, d. i. im neuen Coordinatenanfang $(Z_0 X_0)$ liegt der Mittelpunkt der gesuchten Curvenprojection, daher ist übereinstimmend mit dem früheren, auch in diesem Falle die Projection des Poles der gesuchte Curvenmittelpunkt.

Da die beiden Asymptoten

$$\bar{Z} = 0, \quad \frac{\bar{Z}}{\bar{X}} = -\frac{2pc}{b^2}$$

für jeden endlichen Werth von b in reeller Form erscheinen, so ist die Projection der vorgelegten Curve $y^2 = 2px$ in allen Fällen eine Hyperbel [1]).

10.

Um schliesslich auch die Beziehungen zwischen der nun bestimmten Projection $f(XZ)$ der ursprünglich gegebenen Curve $f(xy)$ und der dieser Curvenebene entsprechenden Fluchtlinie

$$Z = c$$

analytisch festzustellen, so ist in den besprochenen drei Hauptfällen der gefundene Diameter B parallel zur x-Axe, mithin auch parallel zur Fluchtlinie $Z = c$, es liegt daher der dieser Linie als Polare in der nun gegebenen Projection $f(XZ)$ entsprechende Pol auf dem zweiten conjugirten Durchmesser A; und es müssen die unter Nr. 8 bestimmten Curvenschnitte dieses Diameters

$$Z_1 = \frac{ck}{b}, \quad Z_{\prime\prime} = \frac{c\,(k - y_{\prime\prime})}{b - y_{\prime\prime}}$$

mit der gesuchten Ordinate Z des Poles und mit dem gegebenen Polarschnitt $z = c$ harmonisch liegen, also durch

$$(Z - Z_{\prime\prime})\,(c - Z_1) = (Z_1 - Z)\,(c - Z_{\prime\prime})$$

bestimmt sein, woraus

$$Z = \frac{c\,(Z_1 + Z_{\prime\prime}) - 2Z_1\,Z_{\prime\prime}}{2c - (Z_1 + Z_{\prime\prime})}$$

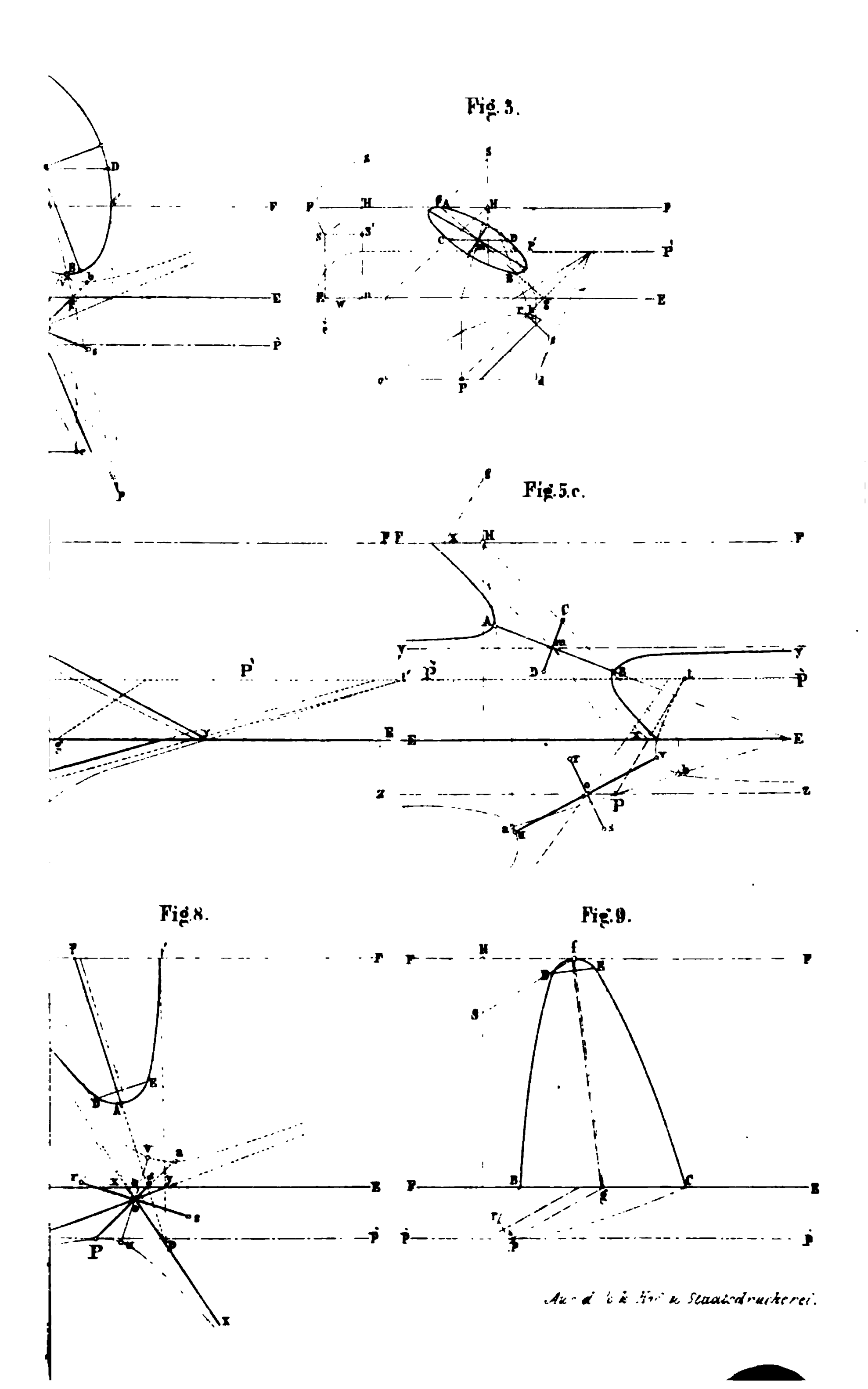
und durch Substitution von Z_1 und Z_2

$$\begin{cases} Z = \dfrac{c\,(2k - y_{\prime\prime})}{2b - y_{\prime\prime}} \\ X = o \end{cases}$$

als Ordinaten des Poles gefunden werden.

---

[1]) Da die Übereinstimmung der Resultate der descriptiven mit jener der vorstehenden analytischen Darstellung von selbst erhellt, so ist nur zu bemerken, dass den angegebenen möglichen und von einander verschiedenen Fällen der analytischen Untersuchung I_1, I_2, I_3; II_1, II_2, III_3; III_1, III_2, III_3; IIa, IIb, $IIIb$ beziehungsweise die Figuren: 1, 4, 7; 2, 5*a*, 8; 3, 6*a*, 9; 5, 5*b*, 5*c*, 6*b*; der graphischen Darstellung in beiliegender Tafel entsprechen.


Fig. 3.
Fig. 5.c.
Fig. 8.
Fig. 9.

Um jenen Punkt $(\bar{x}\bar{y})$ in der Ebene der ursprünglich gegebenen Curve $f(xy)$ zu bestimmen, dessen Projection dem gefundenen Pol XZ entspricht, hat man nur in die wiederholt angewandten Gleichungen α (Nr. 8)

$$X = \bar{x}\frac{b-k}{b-\bar{y}}, \quad Z = \frac{c\,(k-\bar{y})}{(b-\bar{y})}$$

die gefundenen Werthe für XZ zu substituiren und daraus $\bar{x}\bar{y}$ zu bestimmen; man findet

$$\bar{x} = 0$$

$$\bar{y} = \frac{y_{\prime\prime}}{2};$$

also, wie vorauszusehen, die Ordinaten des Mittelpunktes der gegebenen Curve $f(xy)$; (jedoch unter steter Berücksichtigung aller besprochenen Fälle).

„Die Fluchtlinie der Ebene einer zu projectirenden Curve zweiter Ordnung ist die Polare in Bezug auf die Projection dieser Curve und ihres in dieselbe Ebene projectirten Mittelpunktes als Pol."

Beitrag zur Kenntniss der Hemmungsbildungen des Harn- und Geschlechtsapparates bei Wiederkäuern.

Von Dr. A. Friedlowsky,

Prosector.

(Mit 3 Abbildungen.)

Durch die besondere Güte des Herrn Dr. Lenk, Leibarzt Seiner Durchlaucht des regierenden Fürsten von Schwarzenberg, erhielt die anatomische Anstalt einen Widder aus der Schäferei zu Krumau, welcher folgende interessante Anomalie seines Harn- und Geschlechtsapparates darbot. Es fand sich nämlich dicht vor dem After, und von ihm durch eine halbmondförmige Schleimhautfalte, welche ihre Concavität nach vorne kehrte, getrennt, eine ovale Öffnung, deren Längsdurchmesser sich zu ihrem Querdurchmesser wie 3: 1 Linie verhielt, und welche durch den aus ihr abfliessenden Harn, als anomale Harnröhrenmündung charakterisirt war.

Zu beiden Seiten war diese Öffnung von zwei niedrigen Hautwällen eingegrenzt, welche sich nach vorne begaben, um nach einem Verlaufe von etwas über 1 Zoll, sich zu einem unpaaren Hautwalle zu vereinigen, und als Nath (Raphe) des Hodensackes schwach wellenförmig gebogen weiter zu ziehen. Dadurch war die Bildung einer seichten Furche gegeben, welche sich von der vordern Peripherie der abnorm gelegenen Harnröhrenmündung bis zu dem Vereinigungspunkte der beiden erwähnten Hautwälle erstreckte, und ebenso mit Schleimhaut bekleidet war, wie die nächste Umgebung des Afters und obiger Öffnung.

Im weiteren zeigte die Raphe nichts Bemerkenswerthes, mit Ausnahme dessen, dass sie an der Stelle, wo sie den Hodensack in seine zwei Hälften trennte, ebenfalls mehr das Ansehen einer Furche, als das einer Hervorragung annahm, und sich durch besondere Zartheit des Integuments auszeichnete.

Das *Scrotum* war nicht nur äusserlich, sondern auch innerlich in zwei Hälften getheilt, enthielt jedoch nur in seinem rechten Fache einen vollkommen normal gebildeten Hoden, während das linke leer war; man konnte jedoch in der äussern Öffnung des linken Leistencanals einen länglich runden Körper fühlen, welcher sich bei Eröffnung der Bauchhöhle als der im Durchtritt begriffene Hode constatirte.

Dieser Befund ist darum nicht ohne Interesse, weil es zu den Ausnahmen gehört, dass der *Descensus testiculi* bei einem ausgewachsenen Thiere noch nicht vollendet ist. In der Regel steigt beim Embryo des Schafes der Hode in der fünfzehnten Woche herab, und geschieht dieses Herabsteigen für beide Hoden zu gleicher Zeit [1]).

An jeder Seite des Hodensackes, etwas nach vorne, fand sich eine ziemlich stark entwickelte Zitze, über welcher man einen rundlichen Körper von der Grösse eines Taubeneies fühlen konnte. Derselbe war in dem massig entwickelten Fette der unteren Bauchwand eingebettet, von oben nach unten plattgedrückt, röthlichgrau von Farbe, und imponirte mir im ersten Momente für aussergewöhnlich entwickeltes Milchdrüsenparenchym [2]). Einzelne zu- und abführende Lymphgefässe jedoch, und die mikroskopische Untersuchung ergaben, dass man es mit sehr grossen Lymphdrüsen zu thun hatte, welche bei männlichen Thieren nie in dieser Grösse vorzukommen pflegen, während sie sich bei Weibchen immer in dieser Weise finden.

Die Vorhaut oder der Schlauch war vollkommen normal gebildet, und auch mit dem den Wiederkäuern eigenthümlichen Vorhautmuskel ausgestattet. An ihrer etwas in die Länge gezogenen Öffnung trat eine Eichel zu Tage, welche dadurch wesentlich von der Norm abwich, dass der 1 Zoll lange, dünne, pfriemenförmige Fortsatz der Harnröhre fehlte, und von ihm nichts zu finden war,

---

1) E. F. Gurlt, Handbuch d. vergl. Anatom. der Haussäugethiere. Bd. II, S. 97.

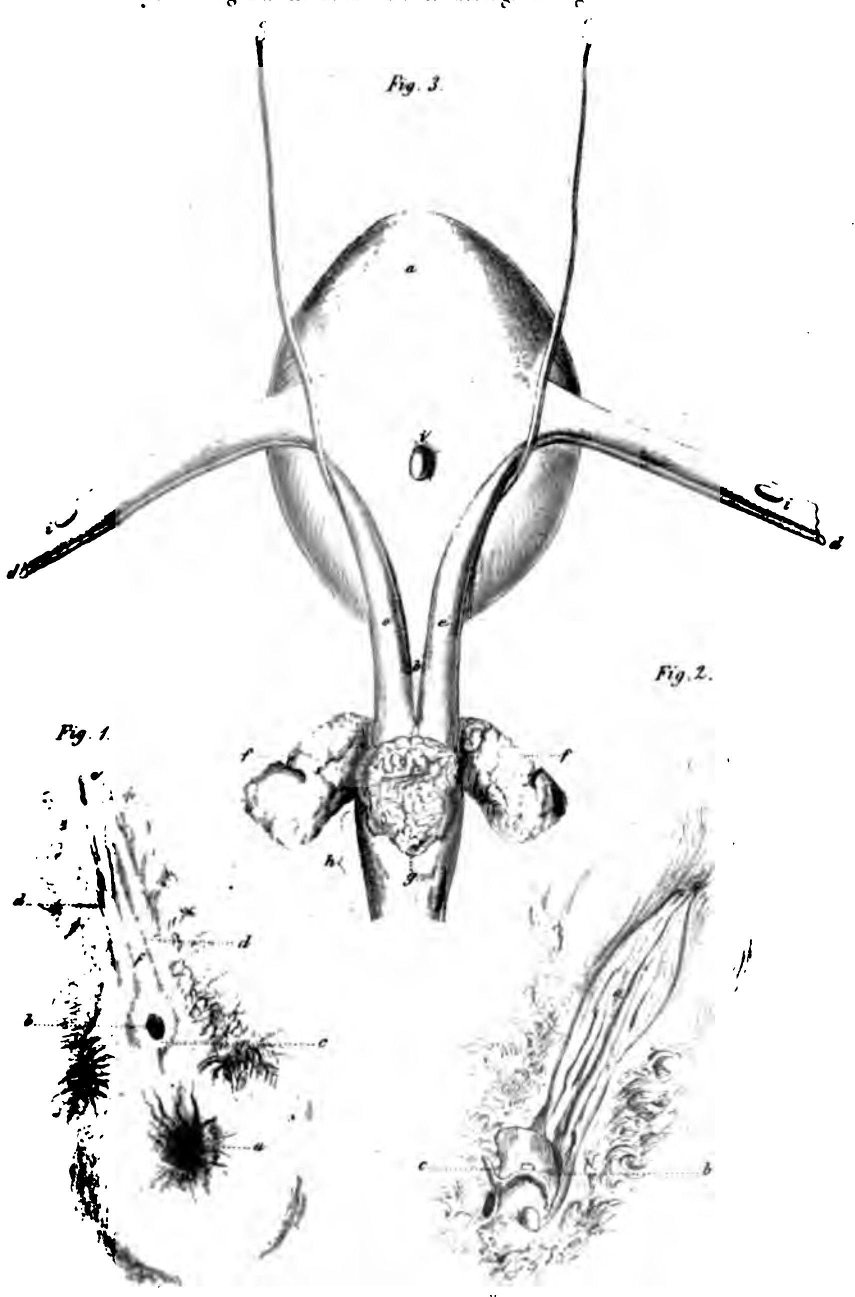
2) Dieser Irrthum war um so leichter verzeihlich, da sich Milchdrüsenparenchym nicht so gar selten bei Individuen männlichen Geschlechtes, ja selbst an anderen Stellen des menschlichen Körpers, als an der Brust entwickelt, und dieses Vorkommen sich meist mit Alienationen des Harn- und Geschlechtsapparates *quoad formam* combinirt. J. Hörmann hat in seiner zootomischen Darstellung des Pferdes 2. Th. S. 142, diese Drüsen als eigene, dem weiblichen Geschlechte gehörende beschrieben.

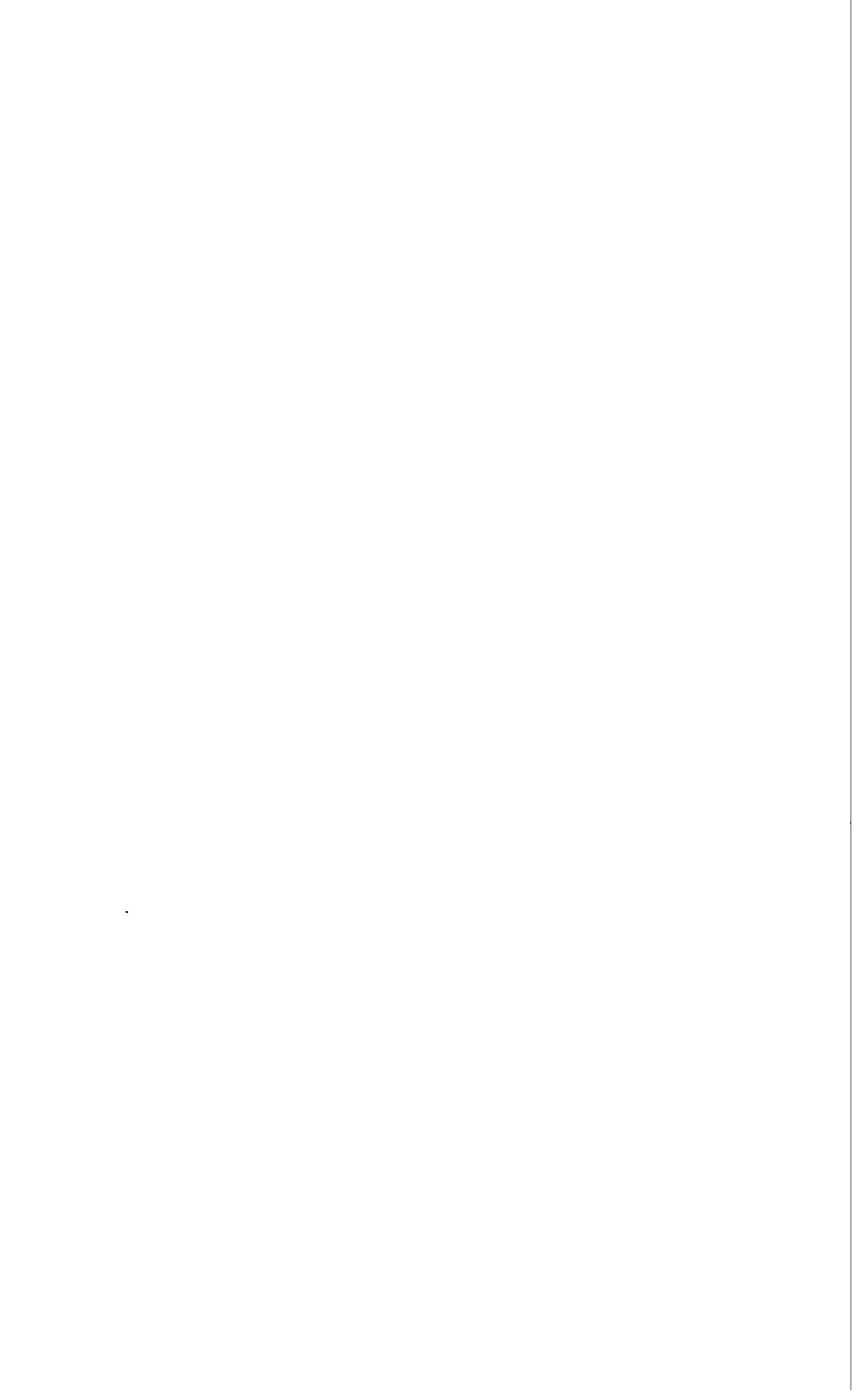
als ein 3 Linien langer, zarter, röthlich gefärbter Appendix, welcher keine Spur einer Öffnung oder eines Canals erkennen liess.

Dieser Befund stimmte auch mit den Ergebnissen der weiteren Untersuchung zusammen, welche erwies, dass von der Harnröhre nur das Beckenstück gebildet war, welches an der oben erwähnten, dicht vor dem After gelegenen Öffnung endete. Vom Ruthenstück war in der Rinne zwischen den Schwellkörpern des Gliedes nichts zu finden, mit Ausnahme des eben besprochenen kurzen Appendix der Eichel, und jener früher erwähnten seichten Furche an der Wurzel des Gliedes. Diese beiden Momente, so wie auch ein an der unteren Seite des Gliedes median sich hinziehendes, weitmaschiges Venennetz scheinen dafür zu sprechen, dass es im Werke war, auch den Gliedtheil der Harnröhre zu bilden, dieser Plan jedoch nicht zur vollen Ausführung gekommen sei.

Was die zum Harn- und Geschlechtsapparat Bezug habende Musculatur anbelangt, so war sie in der Weise alterirt, dass der Harn- oder Samenschneller *(M. accelerator urinae s. spermatis)* nicht, wie gewöhnlich bei den Wiederkäuern, auf das Beckenstück der Harnröhre beschränkt war, sondern sich noch 1/4 Zoll über die Insertion des Aufrichters der Ruthe *(M. erector s. sustentator penis)* nach vorne fortschob. Fast eben so weit liessen sich einige Bündel des Kreismuskels des Afters verfolgen, welche sich in der Haut zunächst der Raphe verloren. Auch ist zu erwähnen, dass der *Sphincter ani* nicht allein die Afteröffnung, sondern auch die abnorme Harnröhrenmündung umkreiste, und dass am hinteren Umfange des Afters sich kreuzende Muskelbündel deutlich zu sehen waren, welche sich so verhielten, dass die von links kommenden die nach links ziehenden deckten. Die Afterruthenbänder waren jederseits durch ein zartes Bündelchen, welches sich von den Fasern des *M. accelerator urinae* losriss, verstärkt.

Was die dem Zeugungsgeschäft vorstehenden Drüsen betrifft, so waren sie an Zahl und Form vollkommen normal. Am rechten Samenleiter fand sich, etwa 1 Zoll nach aussen von der Kreuzungsstelle mit dem Harnleiter, ein 2 1/2 Linien langes und 1 Linie breites Körperchen von röthlichgelber Farbe, welches mittelst einer Peritonealfalte an das *Vas deferens* angeheftet war, so dass sein Längendurchmesser mit jenem des letzteren correspondirte; eben so am linken Samenleiter. Ein ähnliches Körperchen war eingeschlossen zwischen den


Fig. 3.
Fig. 2.
Fig. 1.



beiden Platten der Bauchfellfalte, welche die beiden Samenleiter constant verbindet [1]). Von einem dieser Körperchen zum andern ziehende äusserst zarte Lymphgefässe liessen in ihnen Lymphdrüsen vermuthen, was auch das Mikroskop bestätigte.

Nach den im Vorhergehenden gegebenen anatomischen Daten hatten wir es mit einer Perineal-Hypospadie und Verlegung der Harnröhrenmündung in die Aftergegend zu thun. Das Thier soll sich nach den Angaben des Schafmeisters keineswegs springlustig gezeigt haben, und auch sonst, gegen die Gewohnheit der Widder, gutmüthig und sanft gewesen sein.

Schliesslich will ich noch bemerken, dass zwischen den beiden Samenblasen, am hinteren Ende des fächerigen Theiles der *Vasa deferentia*, ein Körper lag, welcher durch Peritoneum an seine Umgebung festgehalten wurde. Er war kastanienförmig, von oben nach unten zusammengedrückt, mit kleinen, gelblichweissen Höckerchen besetzt und ziemlich hart anzufühlen. Am Durchschnitt zeigte er zwei durch eine Scheidewand von einander getrennte Fächer, deren Wände mit Kalksalzen inkrustirt waren, wodurch eben jenes höckerige Aussehen bedingt war. In jedem Fache lag eine collabirte, vielfach gefaltete Blase, welche nach Herrn Professor C. Wedl's gütiger Untersuchung einem geschrumpften *Cysticercus tenuicollis* (Rudolphi) angehörte. Ausserdem fanden sich noch über dreissig Säcke von Taubenei- bis Faustgrösse an verschiedenen Partien des Bauchfelles, von denen jeder nur Eines der obbenannten Thiere beherbergte.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Aftergegend.
- *a* Afteröffnung.
- *b* anomale Harnröhrenmündung.
- *c* halbmondförmige Schleimhautfalte.
- *d, d* zwei Hautwälle, eine Rinne zwischen sich fassend.
- *e* Beginn der Nath des Hodensackes.
- *f* die erwähnte Rinne.

---

[1]) Ich hielt diese Körperchen, der auffallenden Symmetrie ihrer Lagerung wegen, erwähnenswerth, zumal ich sie auch bei *Antilope Dorcas* gesehen habe, nur mit dem Unterschiede, dass das dritte, unpaare mehr nach hinten, zwischen den beiden Samenblasen lagerte. Ob sie sich bei Wiederkäuern immer finden, kann ich nicht behaupten. Pr. Müller hat sie beim Widder wenigstens nicht gesehen.

Fig. 2. Öffnung des Schlauches mit der Eichel.

a längliche Schlauchöffnung mit ihrer gefalteten Schleimhaut.
b Eichel.
c Rudiment einer undurchbohrten Harnröhre.

„ 3. Beckenstück des Harn- und Geschlechtsapparates; von oben gesehen.

a Harnblase.
b Blasenhals.
c Harnleiter.
d Samenleiter.
e fächeriger Theil desselben.
f Samenblasen.
g verkalkter *Cysticercus tenuicollis* (Rudolphi).
h Anfang des Beckenstückes der Harnröhre.
. . . freier Rand einer Peritonealfalte.
i Lymphdrüsen.

Über das Verhalten von Dextringummi gegen Hühnereiweiss.

Von R. Günsberg,

Adjuncten der Chemie und suppl. Professor der chemischen Technologie an der k. k. technischen Akademie zu Lemberg.

Noch im vorigen Jahre habe ich in einer vorläufigen Notiz [1]) bekannt gegeben, dass angesäuerte Lösungen von Pflanzenleim und Hühnereiweiss durch Dextringummi gefällt werden, und auf das hohe Interesse, welches diese Thatsache der gegenseitigen Wirkung von Kohlenhydraten auf Eiweisskörper in physiologischer Beziehung bietet, hindeutend, mir vorbehalten, die weiteren Ergebnisse meiner Untersuchungen nachfolgen zu lassen.

Der Umstand, dass bei der Ernährung, bekanntlich auf das quantitative Verhältniss zwischen Kohlenhydrate und Eiweisskörper in den Nahrungsmitteln ein so grosses Gewicht gelegt wird, liess es mir von Wichtigkeit erscheinen, die Producte, welche bei der Einwirkung von Kohlenhydrate auf Eiweisskörper entstehen, nicht nur bei verschiedener Qualität der auf einander einwirkenden Stoffe, sondern auch bei verschiedenen Quantitäten derselben zu studiren.

Die indifferente Beschaffenheit dieser Gruppe von organischen Körpern, ihre eigenthümlichen physikalischen und chemischen Eigenschaften, und die völlige Dunkelheit, welche über die eigentliche Constitution derselben bis jetzt noch herrscht, erschwert aber bekanntlich das Studium derselben ausserordentlich. Für jetzt sind nur diejenigen stickstoffhaltigen Bestandtheile der Nahrungsmittel bekannt, welche sich in unlöslicher Form ausscheiden lassen, die löslichen stickstoffhaltigen Substanzen derselben sind uns grösstentheils unbekannt, wir besitzen keine Reagentien, um sie in Lösung mit Sicherheit nachweisen zu können, und nur die elementare Stickstoffbestimmung kann uns über die Gegenwart derselben Auf-

---

[1]) Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissenschaften. Bd. 45, S. 643.

schluss geben; so sind die meisten Bestimmungen der Proteïnsubstanzen in den Pflanzen blos aus den Gesammtstickstoffgehalten derselben berechnet. Aber auch bei den unlöslichen stickstoffhaltigen Substanzen ist die völlige Abscheidung und quantitative Bestimmung derselben in den meisten Fällen mit grossen Schwierigkeiten verbunden; denn 1. lassen sich dieselben, wenn sie aus Lösungen bei gewöhnlicher Temperatur niedergeschlagen werden, in der Regel nicht durch Filtration über Papier von der Flüssigkeit trennen. Nur das Coliren durch eine nicht zu dichte Leinwand kann zu diesem Zwecke angewendet werden; was aber eine genaue Trennung nicht zulässt, indem die feineren Theilchen immer durch die Leinwand gehen; 2. Verhalten sich diese Niederschläge gegen Wasser in der Regel nicht ganz indifferent, entweder werden dieselben von Wasser theilweise gelöst oder sogar zersetzt, was ein Auswaschen der Niederschläge ohne Verlust in vielen Fällen beinahe unmöglich macht.

Bekanntlich treten die meisten der bekannten Proteïnstoffe in zwei Modificationen auf, nämlich in eine lösliche und unlösliche Modification; und wenn es auch noch in manchen Fällen als unerwiesen betrachtet werden muss, dass in diesen verschiedenen Zuständen wirklich ein und derselbe Körper repräsentirt wird, so können doch mit grösserer Wahrscheinlichkeit zwei Modificationen dieser Körper in allen den Fällen angenommen werden, wo die Überführung in die unlösliche Form durch blosses Erhitzen stattfindet. Während jedoch nur Eiweiss durch Erhitzen aus der Lösung sich ausscheidet (coagulirt), lassen sich beinahe alle stickstoffhaltigen Körper dieser Gruppe in eine unlösliche Modification bringen, wenn man die Lösungen derselben zur Trockene eindampft, oder die trockene Masse bei einer mehr oder weniger erhöhten Temperatur durch eine gewisse Zeit erhitzt. Diese Eigenschaft verdient viel mehr zur Abscheidung dieser Körper benützt zu werden, als es bis jetzt der Fall war. Nach vielfältigen von mir angestellten Versuchen, lassen sich aus allen wässerigen Lösungen der stickstoffhaltigen Substanzen der Nahrungsmittel, mögen sie allein oder gemengt mit stickstofflosen Körpern darin enthalten sein, durch Eindampfen zur Trockene bei Siedehitze vollständig in unlösliche Form abscheiden, wo sie dann bei der Behandlung der trockenen Masse mit Wasser zurückbleiben. Indessen muss man zur

vollständigen Abscheidung der stickstoffhaltigen Substanz durch blosses Eindampfen in der Regel diese Operation viele Male wiederholen, nämlich Behandeln mit Wasser, Filtriren, Wiedereindampfen etc., bis zuletzt bei der Behandlung mit Wasser kein unlöslicher Rückstand mehr zurückbleibt. Viel bequemer aber lässt sich dieser Zweck erreichen, wenn man die eingedampfte trockene Masse längere Zeit bei einer Temperatur von 100 — 120° C. erhitzt und mit Wasser auszieht, wo dann, wenn das Erhitzen lange genug fortgesetzt wurde, in dem wässerigen Auszuge in der Regel keine Spur von Stickstoff mehr nachzuweisen sein wird. So ging bei meinen Versuchen z. B. auch der Pflanzenleim durch Erhitzen bei 120° C. während 48 Stunden in eine unlösliche Modification über, wo derselbe in heissem Wasser sich nicht mehr löste. Aus einem käuflichen Dextringummi, in welchem die Elementaranalyse 0·982 Pct. Stickstoff nachgewiesen hatte, wurde durch fünfmaliges Eindampfen und Wiederauflösen die stickstoffhaltige Substanz vollständig ausgeschieden. Da nun durch die Mengung der Lösungen von Dextringummi und Eiweiss bei gewöhnlicher Temperatur nur ein Theil des Eiweisses als flockiger Niederschlag ausgeschieden wird, während der grössere Theil in Lösung bleibt, habe ich zur ferneren Ausscheidung desselben die Methode des Eindampfens angewendet; und obwohl dabei der grösste Theil schon beim ersten Eindampfen als unlöslicher Rückstand zurückblieb, war doch zur vollständigen Entfernung des Eiweisses aus der Lösung noch ein dreimaliges Eindampfen und Wiederauflösen erforderlich; die Rückstände von den ersten Abdampfungen habe ich gesammelt und auf ihre Identität mit den Niederschlägen geprüft.

Leider wurde ich in diesen meinen Arbeiten durch andere Pflichten gestört und aufgehalten, und da meine jetzigen Verhältnisse es mir nicht so bald erlauben dürften, meine Zeit zur Fortsetzung dieser begonnenen Arbeit zu verwenden, so will ich in Folgendem die von mir bis jetzt erlangten Resultate mittheilen und so der weiteren Forschung ein freies Feld lassen.

Von den Eiweisskörpern werden, nach meinen Versuchen, ausser Pflanzenleim und Eiweiss auch Caseïn in angesäuerter Lösung durch Dextringummi gefällt. Von den Kohlenhydraten bewirken

Stärke-, Frucht- und Rohrzucker in Eiweisslösung keine Fällung. Gemengen von Stärkezucker und Eiweiss in angesäuerter Lösung wurden wohl zur Trockene eingedampft und der Rückstand mit Wasser ausgezogen, jedoch die Natur desselben noch nicht studirt. Eben so konnten die Producte der Einwirkung von *Gummi arabicum* auf Eiweisskörper, dessen interessantes Verhalten gegen Hühnereiweiss ich bereits in der vorläufigen Notiz angegeben habe, leider bis jetzt noch nicht in Untersuchung genommen werden. Nur über das Verhalten von Dextringummi gegen Hühnereiweiss habe ich einige Versuche angestellt, welche ich in Folgendem mittheilen werde; jedoch sind auch diese Versuche keineswegs als beendet anzusehen.

Der Zweck dieser meiner Untersuchungen war zu ermitteln:

1. In wie fern die Qualität und Quantität der durch Dextringummi in Eiweisslösungen entstehenden Niederschläge von dem quantitativen Verhältnisse dieser auf einander einwirkenden Stoffe abhängt.

2. Wie die unlöslichen Rückstände, welche beim Eindampfen der Filtrate von den Niederschlägen und Behandeln mit Wasser zurückbleiben, beschaffen sind; ob sie nämlich mit den Niederschlägen identisch sind oder nicht.

Zu diesem Behufe wurden Hühnereiweiss aus 15 Eiern mit Wasser gemischt und 5 CC. concentrirte Essigsäure zugesetzt (wodann eine Probe der Lösung beim Erhitzen nicht mehr coagulirte), filtrirt, Wasser bis zu 2 Liter Flüssigkeit zugesetzt und im Filtrate der Eiweissgehalt bestimmt. Eben so wurden 100 Grm. gereinigtes trockenes Dextringummi in Wasser bis zu einem Liter Flüssigkeit gelöst, und dann durch Mengung gemessener Theile dieser Lösungen nach bestimmten Verhältnissen zwischen Eiweiss und Dextringummi, die entsprechenden Niederschläge dargestellt. Zur Bestimmung des Eiweissgehaltes in der Eiweisslösung wurden 100 CC. dieser Lösung zur Trockene eingedampft, der Rückstand einigemal mit Wasser ausgekocht, dann mit Alkohol und Äther digerirt, bei 115° C. getrocknet und gewogen. Das angewandte Dextringummi war käuflich bezogen und gereinigt; die Reinigung geschah durch Auflösen in Wasser, Filtriren, Einengen zur Syrupconsistenz, Fällen mit Alkohol, Auflösen in Wasser und wiederholtes Eindampfen, bis sich dasselbe klar in Wasser löste. 100 CC. der obigen Normaleiweisslösung enthielten 0·9510 Grm. Eiweiss und 100 CC. Dextringummilösung,

10 Grm. Dextringummi. Alle Messungen der Volumina wurden bei 15° C. ausgeführt. — Um nun z. B. die Einwirkung von Dextringummi auf Eiweiss bei einem quantitativen Verhältnisse dieser Körper wie 1 zu 1 zu ermitteln, wurden 500 CC. Normaleiweisslösung (mit 4·75 Grm. Eiweiss) und 47·5 CC. Dextringummilösung, zuvor mit Wasser zu 500 CC. verdünnt, zusammengebracht, und bei einer Temperatur von ungefähr 40° C. zum Absitzenlassen des entstandenen Niederschlages einige Zeit stehen gelassen. Der Niederschlag wurde dann durch Coliren von der Flüssigkeit getrennt, auf dem Colirtuche zuerst mit kochendem Wasser, dann mit Alkohol und Äther ausgewaschen, möglichst vollständig in eine tarirte Schale gebracht, zuerst auf dem Wasserbade, dann bei 115° C. getrocknet und gewogen. Das Filtrat von dem Niederschlage wurde auf dem Wasserbade zur Trockene gebracht, die trockene Masse mit kochendem Wasser ausgezogen, der unlösliche Rückstand von der Flüssigkeit durch Coliren getrennt, ausgewaschen, getrocknet und gewogen. — Auf dieselbe Art wurden noch bei den quantitativen Verhältnissen zwischen Eiweiss und Dextringummi wie 1 zu 2, 1 zu 3 bis inclusive 1 zu 6 der Reihe nach die Niederschläge und Rückstände dargestellt, und ihre Gewichtsmengen bestimmt.

Bei dieser ersten Versuchsreihe, wo die Fällungen zu verschiedenen Zeiten und mit zwei verschiedenen Normaleiweisslösungen vorgenommen wurden, erhielt ich folgende Gewichtsmengen:

Verhältniss von Eiweiss zu Dextringummi, wie:

	1 zu 1	1 zu 2	1 zu 3	1 zu 4	1 zu 5	1 zu 6
Niederschlag .	0·787	1·263	2·213	1·300	1·332	2·140 Grm.
Rückstand . .	3·067	3·216	2·487	3·053	3·374	2·607 „
	3·854	4·479	4·700	4·353	4·706	4·747 Grm.

Indem bei allen meinen weiteren, in dieser Beziehung vielfältig gemachten Bestimmungen die Gewichtsmengen der, bei einem und demselben Verhältnisse zwischen Eiweiss und Dextringummi, jedoch zu verschiedenen Zeiten dargestellten Niederschläge, bedeutend differirten, trotzdem, dass alle Fällungen mit Flüssigkeiten von gleicher Concentration, bei derselben Temperatur vorgenommen, und alle Operationen auf ganz gleiche Art, und mit derselben Sorgfalt ausgeführt wurden; habe ich in einer zweiten Versuchsreihe alle Fällungen zu gleicher Zeit nebeneinander, also unter völlig gleichen Umständen und mit denselben Normallösungen ausgeführt.

Es wurden nämlich je 300 CC. Eiweisslösung mit dem Gehalte von 3 Grm. trockenem Eiweiss, und Dextringummilösungen mit den entsprechenden Gehalten an trockenem Gummi von 3, 6, 9, 15 und 18 Grm. in sechs Gläser nebeneinander gemengt und mit denselben alle weiteren Operationen, wie oben angegeben, durchgeführt. Die erhaltenen Gewichtsmengen waren bei den Verhältnissen zwischen Eiweiss und Dextringummi wie:

	1 zu 1	1 zu 2	1 zu 3	1 zu 4	1 zu 5	1 zu 6	
Niederschlag .	0·458	0·694	0·698	0·726	0·805	0·878	Grm.
Rückstand . .	2·079	1·900	1·801	1·702	1·562	1·443	„
	2·537	2·594	2·499	2·428	2·367	2·321	Grm.

Diese Zahlen zeigen wohl, dass bis zum Verhältnisse von 1 zu 6 mit der Zunahme des Dextringehaltes die Menge des Niederschlages sich vermehrt, die des Rückstandes dagegen abnimmt; jedoch ist diese Zunahme keineswegs der des Dextrins proportional, auch ist es mir bis jetzt noch nicht gelungen die Umstände zu ermitteln, welche bei den Fällungen von Einfluss sind, und so verursachten, dass selten übereinstimmende Resultate erhalten werden konnten. — Noch auffallender ist die Thatsache, welche aus allen meinen Versuchen hervorging, dass nämlich die Summe der Gewichte des Niederschlages mehr des Rückstandes von einer Fällung niemals das Gewicht des in der Lösung ursprünglich enthaltend gewesenen Eiweisses überstieg, ja dasselbe selten erreichte. Dieser Umstand führte mich nämlich zu dem Schlusse: dass sowohl die Niederschläge als auch die Rückstände nichts anderes als reines Eiweiss sein dürften; was ich jedoch durch die Versuche, welche zur Bestätigung dessen angestellt wurden, keineswegs bestätiget gefunden habe. Zur Erforschung der Natur der bei der Fällung von reiner Eiweisslösung durch reines Dextringummi erhaltenen Niederschläge und Rückstände genügte es nämlich, die Stickstoffgehalte derselben zu bestimmen, und diese Bestimmungen sind es, welche ich vor Allem bei allen diesen Körpern vorgenommen habe.

Bei der Bestimmung der elementaren Zusammensetzung der Eiweisskörper wurden dieselben bekanntlich von allen Analytikern bei einer Temperatur zwischen 130 und 140° C. getrocknet. Ob indessen diese Temperatur die beste ist, muss noch als sehr fraglich dahingestellt werden. Es unterliegt keinem Zweifel, dass die

Erhöhung der Temperatur beim Trocknen auf diese Substanzen in der Art einwirkt, dass besonders der Stickstoffgehalt derselben merklich steigt. So hat z. B. auch Ritthausen bei seinen ersten Analysen des Pflanzenleims [1]), wo dieser bei einer Temperatur von 100° C. getrocknet wurde, einen viel geringeren Stickstoffgehalt gefunden (15·70%), als später, wo auch Ritthausen zum Vergleiche mit den von mir gefundenen Zahlen [2]) seinen Pflanzenleim wie ich bei 130° C. getrocknet hat. Ritthausen fand sich zu dem Schlusse veranlasst: dass der geringe Unterschied in dem gefundenen Stickstoffgehalte des Pflanzenleims nach seinen und meinen Bestimmungen davon herrühre, dass der von mir analysirte Pflanzenleim durch Kochen etwas zersetzt war [3]). Indessen rührt dieser Unterschied wahrscheinlich nur von einer Temperaturdifferenz beim Trocknen her, ich habe den Leim zur Analyse nie über 130° C. erhitzt, sondern grösstentheils unter 130° C. gehalten, Ritthausen mag ihn vielleicht über 130° C. erhitzt haben. Aber die Temperatur von 140° C. ist noch nicht die Grenze, über welche hinaus eine andere Einwirkung auf diese Körper zu bemerken wäre; in demselben Pflanzenleim, welcher, bei 130° C. getrocknet, nach meinen Bestimmungen einen Stickstoffgehalt von 17·7 Pct. ergab, fand ich, als die Temperatur im Trockenapparate einmal zufällig bis auf 150° C. gestiegen war und der Leim bei dieser höhern Temperatur getrocknet wurde, einen Stickstoffgehalt von 18·49 Pct., ohne dass im äussern Ansehen des Pflanzenleims eine Bräunung oder irgend eine Veränderung zu bemerken wäre. Diese hier angeführten Thatsachen, welche jedenfalls noch unaufgeklärt sind und einer näheren Untersuchung bedürfen, mögen nun als Rechtfertigung dienen, dass ich zu allen Stickstoffbestimmungen die Substanzen nur bei 115° C., welche Temperatur bei dem mir zur Disposition stehenden Luft-Trockenapparate leicht constant zu erhalten war, getrocknet habe. Jedoch machte dieser Umstand es nöthig, auch den Stickstoffgehalt des bei dieser Temperatur getrockneten reinen Eiweisses zu bestimmen.

---

[1]) Erdmann's Journ. für prakt. Chemie, Bd. 86, S. 258. — Wagner, Jahresberichte der chem. Technologie. Jahrgang 1862, S. 393.

[2]) Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissenschaften. Bd. 44, S. 11.

[3]) Erdmann's Jour. für prakt. Chemie. Bd. 88, S. 142.

Indem die durch Fällung von Dextringummi in angesäuerte Eiweisslösung erhaltenen Niederschläge wegen ihrer theilweisen Löslichkeit in kaltem Wasser zur Reinigung von mechanisch beigemengtem Dextrin mit kochendem Wasser gewaschen werden mussten, wurde bei der Darstellung und Bestimmung des Eiweisses derselbe Weg befolgt. — 400 CC. Normaleiweisslösung wurden auf dem Wasserbade zur Trockne gebracht, der Rückstand mit kochendem Wasser gut ausgewaschen, getrocknet, pulverisirt, mit Alkohol und Äther von Fett befreit, bei 115° C. getrocknet und der Stickstoffgehalt desselben bestimmt. Dabei wurden folgende Resultate erhalten:

I. 0·3155 Grm. bei 115° C. getrock. Eiweiss lieferte 0·7530 Grm. Platinsalmiak,
II. 0·3295 „ „ „ „ „ 0·7860 „ „
III. 0·3485 „ „ „ „ „ 0·8300 „ „
IV. 0·3655 „ von einer zweiten Darstellung 0·8805 „ „
welche im Mittel einem Stickstoffgehalte von 14·973 Pct. entsprechen.

Das auf diese Art dargestellte Albumin lässt sich sehr leicht im Platintiegel einäschern, und hinterlässt sehr wenig Aschenbestandtheile.

I. 0·1860 Grm. Eiweiss von der 1. Darstellung hinterliessen 0·0015 Grm. Asche,
II. 0·2365 „ „ „ 2. „ „ 0·0010 „ „
Dieses entspricht im Mittel einem Aschengehalte von 0·61 Pct. „

Zur näheren Überzeugung, dass der geringere Stickstoffgehalt des von mir untersuchten Eiweisses wirklich nur von der niedrigen Temperatur beim Trocknen herrührt, habe ich noch:

1. Das von mir dargestellte Eiweiss in einem zweiten Versuche auch bei 130° C. getrocknet und den Stickstoffgehalt bestimmt.

2. Eiweiss in löslicher Modification auf die gewöhnliche bekannte Art[1]) dargestellt, dasselbe aber nur bei 115° C. getrocknet und auf den Stickstoffgehalt untersucht. — Dabei wurden folgende Resultate erhalten:

0·3695 Grm. aus ungesäuerter Lösung auf die oben angegebene Art dargestelltes und bei 130° C. getrocknetes Eiweiss lieferten 0·4020 Grm. Platin.

Dieses entspricht, den Aschengehalt von 0·80 Pct. in Abzug gebracht, einem Stickstoffgehalte von 15·519 Pct. Was mit den

---

[1]) Handwörterbuch der reinen und angew. Chemie von Liebig und Poggendorff, Supplementband I, S. 574.

Resultaten anderer Analytiker vollkommen übereinstimmt (nach Mulder beträgt der Stickstoffgehalt des Eieralbumins 15·5 [1]).

Von dem auf gewöhnliche Art dargestellten Eiweisse lieferten bei 115° C. getrocknet:

I. 0·4195 Grm. Eiweiss 0·9620 Grm. Platinsalmiak,
II. 0·4025 „ „ 0·9250 „ „

Nach der bekannten Methode von Rose eingeäschert, lieferten 0·5685 Grm. dieses Eiweisses 0·0251 Grm. Aschenbestandtheile, welches einem Gehalte von 4·41 Pct. entspricht.

Die obigen Zahlen geben daher, auf einen gleichen Aschengehalt von 0·61 Pct. wie in dem von mir dargestellten Eiweisse umgerechnet, einen Stickstoffgehalt von 14·959 Pct., also wiederum völlig übereinstimmend.

Nach diesen Vorversuchen wurde nun zu den Stickstoffbestimmungen aller von mir dargestellten Niederschläge und Rückstände geschritten und folgende Resultate erhalten:

1. Verhältniss von Eiweiss zu Dextringummi wie 1 zu 1:

		Grm. Substanz lieferten	Grm. Platinsalmiak
Niederschlag	I.	0·3735	0·8465
	II.	0·3660	0·8305
Rückstand	I.	0·3520	0·8095
	II.	0·4015	0·9345

2. Verhältniss von Eiweiss zu Dextringummi wie 1 zu 2:

		Grm. Substanz lieferten	Grm. Platinsalmiak
Niederschlag	I.	0·3965	0·8470
	II.	0·4000	0·8490
Rückstand	I.	0·3865	0·8595

3. Verhältniss von Eiweiss zu Dextringummi wie 1 zu 3:

		Grm. Substanz lieferten	Grm. Platinsalmiak
Niederschlag	I.	0·3570	0·7500
	II.	0·3855	0·8370
Rückstand	I.	0·3525	0·7840
	II.	0·3440	0·7670

4. Verhältniss von Eiweiss zu Dextringummi wie 1 zu 4:

		Grm. Substanz lieferten	Grm. Platinsalmiak
Niederschlag	I.	0·3590	0·7655
Rückstand	I.	0·3855	0·8485

[1]) Ebendaselbst S. 376.

5. Verhältniss von Eiweiss zu Dextringummi wie 1 zu 5:

Niederschlag { I. 0·3700 Grm. Substanz lieferten 0·7820 Grm. Platinsalmiak,
II. 0·4010 „ „ „ 0·8485 „ „
Rückstand I. 0·3560 „ „ „ 0·7795 „ „

6. Verhältniss von Eiweiss zu Dextringummi wie 1 zu 6:

Niederschlag { I. 0·3825 Grm. Substanz lieferten 0·8080 Grm. Platinsalmiak,
II. 0·4060 „ „ „ 0·8650 „ „
Rückstand I. 0·3655 „ „ „ 0·8175 „ „

Daraus die Stickstoffgehalte dieser Körper in 100 Theilen berechnet, ergibt sich im Mittel:

Verhältniss von Eiweiss zu Dextringummi wie:	1 zu 1	1 zu 2	1 zu 3	1 zu 4	1 zu 5	1 zu 6
	Stickstoff in 100 Theilen					
Niederschläge	14·220	13·348	13·389	13·367	13·254	13·299
Rückstände .	14·503	13·915	13·960	13·746	13·727	14·021

Aus allen diesen Bestimmungen geht hervor:

1. Dass sowohl die Niederschläge als die Rückstände, welche bei der Einwirkung von Dextringummi auf Eiweiss entstehen, kein reines Eiweiss sind, jedoch enthalten die Rückstände, welche erst beim Abdampfen zur Trockne sich ausscheiden, durchgehends einen etwas grösseren Stickstoffgehalt.

2. Hat das quantitative Verhältniss zwischen Eiweiss und Dextringummi wohl einen Einfluss auf die Quantität der sich ausscheidenden Niederschläge und Rückstände, die Qualität derselben bleibt aber bei allen Verhältnissen von 1 zu 2 bis inclusive 1 zu 6 dieselbe. Nur bei dem Verhältnisse zwischen Eiweiss und Dextringummi wie 1 zu 1, ist der Stickstoffgehalt sowohl des Niederschlages als des Rückstandes von der ersten Eindampfung ein grösserer als bei den übrigen, aber die Beschaffenheit des Niederschlages und des Filtrates bei diesem Verhältnisse zwischen Eiweiss und Dextringummi unterscheidet sich schon im äusseren Ansehen von den übrigen dadurch, dass der Niederschlag mehr schleimig ist und sich schwer zu Boden setzt, und die darüber stehende Flüssigkeit nicht klar wie bei allen anderen, sondern trübe opalisirend ist.

XI. SITZUNG VOM 21. APRIL 1864.

Die königl. bayer. Akademie der Wissenschaften übersendet, mit Schreiben vom 1. April, die auf den Akademiker, geheimen Rath Dr. C. Fr. Ph. von Martius, zur Feier seines 50jährigen Doctor-Jubiläums geschlagene Medaille.

Herr Prof. E. Brücke überreicht eine unter seiner Leitung ausgeführte Arbeit: „Zur Hystologie der Lymphdrüsen", von Herrn Dr. N. Kowalewsky aus Kasan.

Herr Dr. A. Boué spricht über eine besondere Gattung von Thälern, ferner über die Porphyre und Trappe Schottlands und über die Basalte der drei Gruppen im nördlichen Irland, um Staffa, um die Inseln Egg und Muke und auf der Insel Skye.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Akademie der Wissenschaften, Ungarische: Évkönyvei XI. Kötet, 1. Darab. Pesten, 1864; 4°· — Jegyzökönyvei. 1863. I. Kötet, 1. Füzet. Pest, 1864; 12°· — Almanach 1864. 12°· — Értesítö. Nyelv-és széptudományi osztály Közlönye. II. K. 4. F.; philos. törvény-és történettud. oszt. Közl. III. K. 3. F., IV. K. 1. F.; mathem. — és természettud. oszt. Közl. IV. K. 1. F. Pest; 1863 — 1864; 8°· — Közlemények, Nyelvtud. II. K. 2 & 3. F. III. K. 1. F. Pest, 1863 — 1864; 8°· — Archaeol. III. K., 1., 2., 3 & 4. F. Pest, 1862 — 1863; 4°· — Statist. IV. K. 1 & 2. F.; V. K. 1. F. Pesten, 1863; 8°· — Petényi munkái. 1. Füzet. Pest, 1864; 8°· — Monumenta Hungariae historica. (Diplomata X. Kötet.) Pest, 1864; 8°·—A Magyar nyelv szótára. I. Kötet, 1 — 5 Füzet; II. K., 1 — 4. F. Pest 1862 & 1863; gr. 8°·

— — königl. bayer., zu München: Abhandlungen der philos.-philologischen Classe. X. Bd. I. Abth. nebst den Separat-Abdrücken von den diese Abtheilung bildenden Abhandlungen. München, 1863 — 1864; 4°· Buhl, L., Über die Stellung und Bedeutung der pathologischen Anatomie. Festrede. München, 1863; 4°·

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LVIII, Nr. 13. Paris, 1864; 4°.

Cosmos. XIIIe Année, 24e Vol., 16e Livraison. Paris, 1864; 8°.

Gesellschaft, k. k. geographische: Mittheilungen. VI. Jahrg. 1862. Wien, 1862; 4°.

Land- und forstwirthschaftliche Zeitung. XIV. Jahrg. Nr. 12. Wien, 1864; 4°.

Mondes. 2e Année, Tome IV. 15e Livraison. Paris, Tournai, Leipzig, 1864; 8°.

Reader, The. No. 68, Vol. III. London, 1864; Fol.

Wiener medizinische Wochenschrift. XIV. Jahrg. Nr. 16. Wien, 1864; 4°.

Wochen-Blatt der k. k. steierm. Landwirthschafts-Gesellschaft. XIII. Jahrg. Nr. 12. Gratz, 1864; 4°.

Über den Einfluss des Halsmarkes auf den Blutstrom.

Von dem w. M. Prof. C. Ludwig und Dr. L. Thiry.

(Mit 1 Tafel.)

(Vorgelegt in der Sitzung vom 18. Februar 1864.)

A. v. Bezold hat neuerlichst [1]) eine grosse Zahl wichtiger Thatsachen entdeckt, durch welche der Umfang unserer Kenntnisse über die Abhängigkeit des Blutstromes von den Erregungszuständen des Hirnes und Rückenmarkes bedeutend erweitert wird. Um sich vor dem Verdacht zu sichern, dass die Änderungen des Blutstromes, welche er nach der Reizung oder Durchschneidung des Rückenmarkes beobachtete, von der Erschlaffung oder Zusammenziehung der Muskeln herrühren, welche die Blutgefässe kreuzen, vergiftete er seine Versuchsthiere nach dem Vorgange von Prof. Traube mit einer Dosis von Curare, die gerade genügte, um nur die Nerven der quergestreiften Muskeln, die des Herzens ausgenommen, zu lähmen. Wenn er an einem Thiere, das sich in diesem Stadium der Vergiftung befand, das Rückenmark vom Hirn lostrennte, so bemerkte er, dass der Blutdruck in der *A. carotis* von seinem früheren höheren auf einen sehr niedrigen Werth herabsank und dass sich die Zahl und der Umfang der Herzschläge minderte; reizte er dagegen das obere Ende des Rückenmarkes, so stieg nach einigen Secunden der Blutdruck weit über den normalen Werth, und es wurden die Herzschläge häufiger und kräftiger. Wer nach den Angaben v. Bezold's die Versuche anstellt, wird die von ihm gefundenen Thatsachen im Wesentlichen bestätigt finden, und einiges Nachdenken dürfte jeden Beobachter bald überzeugen, dass dieselben zu den wichtigsten Erscheinungen gehören, die an dem Blutlaufe zu beobachten sind.

Da die Änderungen des Blutstromes ganz unmittelbar auf die Reizung des Rückenmarkes folgen, so kann wohl darüber kein

---

[1]) Untersuchungen über die Innervation des Herzens. Leipzig 1863. 1. und 2. Abth.

Zweifel sein, dass die nächste Ursache derselben in einer Erregung der Muskeln gelegen sei, welche den Gefässraum zunächst umschliessen. Es kann nur fraglich bleiben, ob die Muskelfasern des Herzens oder die der Arterien oder beide zusammen angeregt wurden.

Diese Alternative kann auf dem Wege des Versuches mit aller Sicherheit entschieden werden. Wenn der Druckzuwachs des Blutes, den die Rückenmarksreizung hervorruft, eine Folge des Widerstandes ist, welcher durch den Verschluss der kleineren Arterien und ihrer Äste herbeigeführt wird, so muss man diesen letzteren in ausgedehntem Maasse nachzuweisen im Stande sein. Ob aber der Herzschlag sich in Folge des gesteigerten Druckes oder unabhängig davon ändert, lässt sich ebenfalls durch eine Verknüpfung mehrerer Versuchsreihen entscheiden. Die erste derselben besteht darin, dass man alle Nervenbahnen, die vom Herzen zum Hirn und Rückenmark ziehen, zerstört und darauf erst das letztere reizt. Sind die genannten Nerven bei dem Zustandekommen jener Erscheinungen nicht betheiligt, so müssen die von v. Bezold beobachteten Phänomene noch immer eintreten. Wollte man gegen dieses Verfahren einwenden, es sei nicht thunlich, alle Verbindungen zwischen Rückenmark und Hirn aufzuheben, so kann man auch einen Widerstand in den arteriellen Blutstrom einschalten, der eine ähnliche Drucksteigerung erzeugt, wie sie die Rückenmarksreizung hervorbringt. Wenn diese Drucksteigerung, die ohne jegliche Erregung der spinalen Herznerven zu Stande kam, noch denselben Einfluss auf die Änderungen des Herzschlages übt, dann könnte man wohl die Anhäufungen des Blutes im Herzen für die Vermehrung und Kräftigung der Herzschläge verantwortlich machen; diese letztere Folgerung dürfte jedoch erst dann als vollkommen sicher gestellt anzusehen sein, wenn der Herzschlag nicht mehr weiter verändert werden könnte durch eine Reizung des Rückenmarkes, die erst nach der Herstellung eines künstlichen Widerstandes und also der hierdurch erzeugten Druckerhöhung stattgefunden. Wir haben der Reihe nach die hier vorgezeichneten Versuche ausgeführt.

In allen Fällen, in denen nicht das Gegentheil bemerkt ist, waren die Vorbereitungen getroffen, welche auch v. Bezold anwendete. Es wurden die Thiere mit Curare von einer Hautwunde aus vergiftet. Das Rückenmark wurde über oder unter dem Atlas durchschnitten und eben so die *N. sympathici* und *N. vagi* am Halse.

In den obern Theil der Halswirbelsäule wurden zwei Nadeln eingesteckt, die mit einem Inductionsapparate verbunden werden konnten. In der Carotis sass eine Canüle, die das Blut in das schreibende Manometer leitete; das Brustbein war seiner ganzen Länge nach durchschnitten, die Respiration wurde künstlich unterhalten.

I. Welche Zweige des Aortenbaumes verschliessen ihre Lichtung in Folge der elektrischen Reizung des Halsmarkes?

Um diese Frage mit Sicherheit beantworten zu können, legten wir nach Anleitung eines ausgespritzten Gefässpräparates an vielen lebenden Thieren, die mit Curare vergiftet waren, der Reihe nach alle Schlagadern, die des Kopfes und der Zwischenrippenräume ausgenommen, bloss und reizten alsdann das schon vorher vom Hirn getrennte Halsmark. Als Kennzeichen für die eingetretene Verschliessung der Arterie benützten wir die Farbenänderung derselben; die blossgelegten Schlagadern sind bekanntlich durchsichtig genug, um ihren rothen Inhalt durchscheinen zu lassen, entleeren sie sich, so müssen sie vollkommen erblassen und sich einige Secunden nach Beendigung der Reizung wieder röthen. Diese Erscheinung trat bei einigen Arterien am Stamm, bei anderen an den kleinen Ästen hervor; wenn sich schon der Stamm vollkommen schliesst, so kann es sich ereignen, dass das nach den Capillaren gerichtete Ende früher verengt werde, als das dem Herzen näher gelegene; unter diesen Umständen können trotz einer energischen Contraction aller Kreisfasern einzelne Stücke mit Blut gefüllt bleiben; dieser Umstand ist aber kaum geeignet, die Beobachtung zu trüben. Die Musculatur verschiedener Arterien verhält sich mit Rücksicht auf die Fähigkeit, ihre Reizbarkeit zu behaupten, sehr ungleich; einige ermüden so rasch, dass der Versuch, sie durch die Reizung des Rückenmarkes zur Contraction zu bringen, im günstigsten Falle nur wenige Male gelingt, während andere die Wiederholung des Versuches sehr oft ertragen. Endlich versteht es sich hier wie bei allen anderen Reizungen von selbst, dass nicht alle Versuche gelingen. Namentlich bemerkt man öfter, dass eine Arterie, die sich sonst während der Rückenmarksreizung verengte, bei einem oder dem andern Versuche roth bleibt, obwohl das Erblassen der anderen Gefässe das Bestehen einer Reizung nachweist. In solchen Fällen muss also die

letztere entweder nicht alle Nerven gleichmässig getroffen haben, oder die Erregbarkeit von Muskel und Nerv, die zu den nicht verengten Gefässen gehören, ist erloschen.

Unsere Beobachtungen haben zu dem folgenden Resultate geführt.

1. **Art. mammaria.** Die Verengerung trat an den kleinen Zweigen auf, welche nach Aufhebung des *M. pector major* sichtbar sind.
2. **Art. thoracica anterior et lateralis.** Die Zusammenziehung beider Gefässe beginnt schon am Stamm; sie behalten ihre Reizbarkeit vorzugsweise lange, und sie lassen sich, da sie weithin unter der Hautmuskel verlaufen, vorzugsweise gut zur Demonstration benützen.
3. **Art. musculares scapulae et humeri.** An diesen Muskelästen verengern sich nicht die Stämmchen, sondern erst die feinen Zweige, so dass man sich öfter der Loupe bedienen muss; sie büssen ihre Reizbarkeit sehr bald ein, wenn sie blossgelegt sind.
4. **Art. antibrachii.** Dieser starke Zweig, der aus der *Art. brachialis* bis zur Pfote läuft, contrahirt sich schon von seinem Ursprung an und behält seine Reizbarkeit lange.
5. **Art. musculares humeri et antibrachii.** Die Muskeläste am unteren Theile des Oberarmes und am Vorderarme haben wir wiederholt aufgesucht und während der Reizung betrachtet; hier ist es uns aber keinmal gelungen, mit Sicherheit eine Verschliessung derselben nachweisen zu können. Da aber im Allgemeinen die blossgelegten Muskelarterien ihre Reizbarkeit sehr rasch einbüssen, so glauben wir, dass unsere negativen Versuche noch nicht genügend sind, um jenen eine Ausnahmsstellung zuzuweisen.
6. **Art. phrenicae.** Die Contraction beginnt erst an sehr feinen Zweigen. Da dieselben schwer sichtbar sind, so würden wir ihre Zusammenziehung unter dem Einflusse der Rückenmarksreizung nicht für sicher halten, wenn wir uns nicht öfter davon überzeugt hätten, dass die Flächen zwischen den starken Venenstreifen, die vor der Reizung stark geröthet sind, während derselben auffallend erblassten.
7. **Art. musculares abdominis.** Die *Art. epigastricae descendentes* ebenso wie die *Art. epig. ascendentes* können sowohl von innen nach Eröffnung der Bauchhöhle als auch von aussen nach Abschälung der Milchdrüsen und des Hautmuskels sichtbar gemacht werden.

Die Äste, welche von den genannten Stämmchen zur Haut gehen, bewahren ihre Reizbarkeit länger als die in die Muskeln übergehenden.

8. Art. lienalis. } Die Verengerung beginnt an den Zweigen zweiter
9. Art. gastricae. } Ordnung.

10. Art. hepatica. Die Verengerung ist sowohl an der Cystica als auch in den Ästen, die innerhalb des kleinen Netzes liegen, sichtbar.

11. Art. mesenterica superior. } Die Contraction beginnt in den Ästen, welche noch innerhalb des Mesen-
12. Art. mesenterica inferior. } teriums verlaufen und sie erstreckt sich von da bis in die Arterien der Darmwand.

13. Art. renalis. Öfter verschliesst sich schon der Stamm der Nierenarterie vollkommen; zuweilen verengert er sich nur. Jedesmal aber wird die Niere sehr blass, so dass sie die Farbe eines blutleeren *processus vermiformis* annimmt. Der Versuch lässt sich an demselben Thiere öfters wiederholen. Gewöhnlich gibt aber die erste Reizung das augenfälligste Resultat, wahrscheinlich desshalb, weil sich nach der Wiederherstellung des Blutstromes Unregelmässigkeiten desselben einstellen; die in Folge hievon eingetretenen Blutstockungen können aber durch die Contractionen, welche nach der zweiten und dritten Reizung eintreten, nicht wieder entfernt werden. Wenn der Reiz aufhörte, so füllte sich der Stamm der Arterie meist beträchtlich früher als das Capillarnetz.

14. Art. vesicalis. } Die Contraction beginnt an den Zweigen zweiter und dritter Ordnung; sind die Muskeln der Blase.
15. Art. uterina. } des trächtigen Uterus und die Scheide in Ruhe, so tritt die Verengerung der Gefässe besonders schön hervor.

16. Art. ileolumbalis. Die Verengerung ist an den kleineren Ästen deutlich.

17. Art. cruralis. Ein starker Ast derselben, welcher nach Art der *Ven. saphena* am Schenkel herabläuft, contrahirt sich sogleich von seinem Ursprunge an und erhält seine Reizbarkeit sehr lange.

Ähnliches gilt von den *Articulares genu*.

Von den Muskelästen der Schenkelarterien gilt dasselbe, was wir von den entsprechenden der *Art. brachialis* bemerkten.

Obwohl die vorstehenden Versuche kein von Grund aus Neues Ergebniss lieferten, so sind sie dennoch insofern von allgemeinerem Belang, als sie darthun, dass die Ringfaserhaut aller Arterien in dem Rückenmark durch Nerven vertreten ist, und dass die letzteren auch noch im Halsmark gerade so reizbar sind, wie sie es in den Nervenstämmen zu sein pflegen.

Unter den Gefässen, deren Abhängigkeit vom Rückenmark hier zum ersten Male durch den Versuch dargethan ist, glauben wir namentlich die Nierenarterien hervorheben zu dürfen. Die Rückenmarkserregung wirkt so kräftig und verbreitet auf den Blutstrom in der Niere, dass man unter Berücksichtigung bekannter Abhängigkeitsverhältnisse behaupten darf, es werde die Änderung in der Harnabsonderung, welche man so häufig in Folge von Rückenmarksleiden beobachtet, zum guten Theil begründet in den vom Rückenmark ausgehenden Lähmungen oder Reizungen der verengernden Gefässnerven.

Nach den Angaben von v. Deen, die gegenwärtig fast allgemein als richtig angenommen werden, verlieren bekanntlich die Muskelnerven, nachdem sie in das Rückenmark eingetreten und in ihm eine kurze Wegstrecke gelaufen sind, die Fähigkeit, durch die gewöhnlichen Reize in Erregung versetzt zu werden. Nach den vorstehenden Angaben würden die Nerven der arteriellen Ringfaserhaut eine Ausnahme von dieser Regel machen, denn sie sind in dem verlängerten Marke, gleichgiltig wo sie auch das Rückenmark verlassen, noch gerade so reizbar, als in den Stämmen, in die sie ausserhalb des Rückenmarkes zusammengefasst werden.

Für unseren nächsten Zweck, zu dem wir jetzt zurückkehren, erkennen wir aus den vorliegenden Beobachtungen, dass eine wohl angebrachte Reizung des obern Halsmarkes zu einer sehr bedeutenden Verengerung des arteriellen Strombettes führen muss; denn in günstigen Fällen werden alle Äste der Aorta vollkommen zugeschlossen. Die Reizung des Halsmarkes führt also jedenfalls einen sehr grossen Widerstand in den Blutstrom ein.

Da man nach Durchschneidung des sympathischen Halsstammes die Gefässmuskeln des Kopfes zum grossen Theil der Einwirkung des Reizes entzieht, und da die Reizung auch auf alle übrigen Gefässe nicht immer gleich wirksam ist, so wird bei unseren Versuchen die Erregung des Rückenmarkes nicht gleichbedeutend mit einer

vollständigen Aortenverschliessung; der Erfolg unserer späteren Versuche wird jedoch lehren, dass er gewöhnlich mindestens so gross ist, als ob man die Aorta mit Ausschluss der Carotiden, Subclavien und Intercostalen zugehalten hätte.

Bevor wir nun weiter gehen, müssen wir erst einen Widerspruch erörtern, indem sich unsere Versuche mit denen von v. Bezold zu befinden scheinen.

Da v. Bezold von seinen früheren Beobachtungen her den Einfluss des Rückenmarkes auf die Gefässnerven schon kannte, so ist es begreiflich, dass er sich sogleich, als er die Einwirkung des Halsmarkes auf den Blutstrom sah, die Frage aufwarf, ob das Ansteigen des Druckes eine Stauungserscheinung sei. Um hierüber Aufschluss zu erhalten, wendete er sich an die Beobachtung des Stromes in den Venen. Er schloss, dass der letztere trotz des erhöhten Druckes in den Arterienstämmen verlangsamt oder aufgehoben sein müsse, wenn sich ihre gegen die Capillaren gerichteten Enden verschlossen hätten. Als er nun aber den Strom aus einer geöffneten Vene betrachtete, so sah er wiederholt gerade das entgegengesetzte von dem, was nach der eben angestellten Erörterung zu erwarten war, denn es ergab sich, dass mit der Steigerung des arteriellen Druckes auch der Ausfluss aus der geöffneten Vene geschwinder wurde.

Wir bestreiten diese Angabe nicht, aber wir können ihr keine Beweiskraft zuschreiben; dieses ergibt sich aus Folgendem:

Den Versuch, welchen v. Bezold vorschlägt, kann man entweder an einer grösseren dem Herzen nahe gelegenen Vene oder an einer kleineren anstellen. Die Beobachtung der grösseren Venen, die wir zuerst betrachten wollen, empfiehlt sich darum, weil ihr Strom aus einer grossen Anzahl einzelner zusammenfliesst; indem er das Mittel aus allen diesen Theilströmen gibt, wird sein Resultat davon unabhängig sein, ob die eine oder andere Arterie von der Reizung unberührt blieb. Dieser Beobachtungsort ist aber auch aus anderen Gründen ungünstig. So lange die grossen Venen geschlossen bleiben, wird in ihnen während der Rückenmarksreizung der Blutdruck im Allgemeinen erhöht sein, und zwar darum, weil sich das Blut in ihnen anhäuft, das die Arterien bei ihrer Verengerung ausgetrieben haben, um so mehr, weil sich dasselbe nur bis in das Herz, nicht aber jenseits desselben weiter verbreiten kann. Es findet hier

der bekannte Satz seine Anwendung, dass gleiche Blutmenge vorausgesetzt, die Spannung im Venensysteme zunimmt, wenn sich die Räumlichkeit der arteriellen Röhren vermindert hat. Daraus folgt, dass mit dem Steigen des Druckes in der Aorta, beziehungsweise der Verschliessung ihrer Äste der Abfluss aus einer angestochenen Vene für kurze Zeit stärker werden muss. Entscheidend würde der Versuch erst dann werden, wenn man ihn so lange fortsetzen könnte, bis sich alles Blut aus den Venen entleert hätte. Alsdann müsste nämlich ein Zeitpunkt eintreten, in welchem das Herz und die Aorta von Blut strotzten, während aus den angestochenen Venen auch nicht ein Tropfen hervor käme. Aus der Venenöffnung müsste erst dann wieder der Ausfluss beginnen, wenn der Druck in der Aorta in Folge der Wiedereröffnung ihrer Zweige abgenommen hätte. Auf diese Weise ist aber aus leicht begreiflichen Gründen der Versuch nicht auszuführen.

Wir sind also auf den Versuch an einem kleinen Venenstamme angewiesen. Insofern ein solcher seinen Inhalt nicht aus anastomosirenden Venen, sondern nur aus einem Bezirke von Capillaren bezieht, ist der Versuch allerdings von den eben besprochenen Fehlern frei, aber er beweist dann natürlich nur für den Zustand der Arterie, welche in jenen Bezirk führt. Man darf desshalb das, was man an einem einzelnen Gefässe gefunden, nicht sogleich für den Strom in allen übrigen als giltig ansehen; sonst würde man bedenklichen Trugschlüssen ausgesetzt sein. So haben wir unter anderem schon erwähnt, dass sich sehr häufig einzelne Arterienstämmchen während der Reizung des Halsmarkes nicht verengern; durch sie muss also, wenn der Blutdruck in der Aorta gewachsen, das Blut im rascheren Strom hindurch gehen; die Verengerung blieb, wie wir sahen, vorzugsweise leicht in den Arterien der Skeletmuskeln, namentlich wenn sie einige Zeit hindurch blossgelegt waren, aus, desshalb wird man auch erwarten dürfen, dass aus den Venen der Skeletmuskeln das Blut während des Reizes geschwinder abfliesse als vor demselben; und so zeigt es sich dann auch in der That öfter.

II. Reizung des Halsmarkes, nachdem alle cerebrospinalen Herznerven zerstört sind.

Wenn es gelingt, alle Nerven, die vom Rückenmark zum Herzen treten, zu zerstören, ohne die Reizbarkeit der übrigen Gefässnerven

zu beeinträchtigen, so muss sich der Nachweis liefern lassen, in wie weit die durch v. Bezold beobachteten Erscheinungen von der einen oder andern Nervengattung abhängig seien.

Bevor wir zur Ausführung des Versuches schritten, haben wir die Umgebung in der nächsten Nähe des Herzens auf's Genaueste nach Nerven durchsucht; dabei haben wir jedoch keine anderen Nerven aufzufinden vermocht, als die schon längst bekannten *Rami cardiaci*. Wegen der Wichtigkeit, die ihr Verlauf für die jetzt mitzutheilenden Versuche besitzt, haben wir dieselben am Kaninchen vielmals genau präparirt; wir geben davon folgende durch die Figurentafel erläuterte Beschreibung.

Der *N. sympathicus* des Kaninchens gibt an das Herz beiderseits zwei Äste ab, von denen der obere aus dem *Ganglion cervicale* stammt, der andere aber aus dem *Ganglion stellatum* entspringt. Der erstere verlässt den Halssympathicus meist ziemlich in der Mitte zwischen dem *Ganglion cervicale* und dem *Ganglion stellatum*.

Das Verhalten der Herznerven bietet auf der rechten und auf der linken Seite einige Verschiedenheiten dar. Linkerseits vereinigen sich die beiden Äste zu einem kleinen Ganglion, noch bevor sie hinter den Aortenbogen getreten sind. Aus diesem Ganglion gehen aber wieder zwei kleine Nervenästchen hervor. Rechterseits dagegen vereinigen sich der obere und der untere Herznerv, indem der eine (untere) vor, der andere (obere) hinter der *Art. subclavia* verläuft, unter dieser Arterie, ohne ein Ganglion zu bilden, zu einem gemeinsamen Stämmchen.

Die Herznerven der beiden Seiten begeben sich in das zwischen der Trachea und den grösseren Gefässstämmen des Herzens liegende reichliche Fettgewebe und treten im weiteren Verlaufe über den rechten Ast der *Art. pulmonalis*, welcher dicht am Herzen anliegt, in den Raum, welcher von der *Aorta ascendens* und der *Art. pulmonalis* eingeschlossen wird, um von hier aus in die Herzsubstanz einzudringen.

Gelingt es bei der Cauterisation den rechten Ast der *A. pulmonalis* bis zum Ursprunge blosszulegen und das von der Luftröhre über diesen brückenartig sich hinüberspannende Gewebe durchzubrennen, so hat man auch sicher alle sympathischen Nerven des Herzens zerstört.

Erklärung der Tafel.

Die Figur ist halbschematisch. Die Nerven sind zur grösseren Deutlichkeit etwas aus einander gezogen. Das Präparat zeigte bezüglich der Gefässe insofern eine kleine Abnormität, als die linke Carotis statt aus der Aorta, aus der *Art. anonyma* entspringt. Dieses hatte jedoch, wie zahlreiche andere Präparationen zeigten, auf den Verlauf der Nerven keinen Einfluss.

s N. sympathicus.

s' N. cardiacus superior.

s'' N. cardiacus inferior.

g Ganglion stellatum.

v N. vagus.

Auf der linken Seite ist die *Ven. anon.* hinweggenommen, um den weiteren Verlauf des *N. sympathicus* zu zeigen.

Die Herznerven kann man auf verschiedene Weise zerstören. Das einfachste Mittel hierzu ist die anatomische Präparation, sie ist jedoch zu zeitraubend und zudem unsicher. Wir verliessen sie desshalb bald und suchten sie durch Anätzung des Bindegewebes, das zwischen den grossen Arterien und Venen liegt, zu erreichen. Indem wir als Ätzmittel Schwefelsäure oder Kali anwendeten, mussten wir aber bald die Erfahrung machen, dass sich ihre chemische Wirkung auch auf die Gefässhäute, und zwar bis zum Zerfressen derselben erstreckte. Mit Hilfe des Ammoniaks konnten wir zwar die Herznerven abtödten, ohne die Gefässstämme zu beeinträchtigen, aber es erstreckte sich die nervenzerstörende Wirkung auch auf den Grenzstrang des Sympathicus aus leicht begreiflichen Gründen.

Wir nahmen desshalb endlich unsere Zuflucht zur Galvanokaustik, mit der wir zwar nicht immer, aber doch häufig das angestrebte Ziel erreichten. Das Platindrähtchen, welches wir zum Glühen brachten, bogen wir in eine feine gestreckte Schlinge um, mit der wir zwischen den Gefässen hin- und herfahren konnten. Die Zerstörung alles Bindegewebes und Fettes, das zwischen Aorta, *Art. pulmonalis, Vena jugularis sinistra* und der Trachea gelegen ist, kann man dann am gefahrlosesten für die Vorhöfe und die genannten Gefässstämme ausführen, wenn man dem Strom eine Stärke gibt, bei dem der Draht gerade so weit glüht, dass er eben noch im Tageslicht leuchtet. Bringt man ihn in diesem Zustande mit den feuchten thierischen Theilen in Berührung, so brennt er dieselben nur ganz

oberflächlich an, ohne an ihnen anzukleben. Man kann dem entsprechend Schichte um Schichte verkohlen, das flüssig gemachte Fett mit Löschpapier entfernen und die Gefässstämme, die man mittelst umgelegter Seidenfäden aus einander zieht, vollkommen frei legen und dazu noch ihre Oberfläche ringsum anbrennen. Wird nach Vollendung des Versuches das entsprechende Stück der Kaninchenleiche 24 Stunden in starkem Alkohol aufbewahrt, so kann die Präparation der Herznerven mit aller Sicherheit stattfinden. In den unten mitgetheilten Fällen wurde durch die nachträgliche Zergliederung dargethan, dass die Zerstörung der Nerven stattgefunden hatte.

Wir stellen nun die ausgeführten Versuche zusammen. Vorher bemerken wir jedoch noch mit Rücksicht auf die Versuchsordnung, dass wir zuerst die Zahl der Herzschläge und den Druck in der Carotis vor, während und nach der Rückenmarksreizung massen, ehe noch die Herznerven kauterisirt waren, dann führten wir diese letztere Operation aus und beobachteten abermals unter den zuvor genannten Bedingungen die Herzschläge und den Blutdruck.

Die Erfahrungen, welche wir bei den Beobachtungen gewonnen, haben wir tabellarisch zusammengestellt. Diese Darstellungsweise verwischt allerdings zahlreiche Einzelheiten, welche die Curven selbst darbieten, aber sie erleichtert die Übersicht derjenigen Punkte, auf die es bei der vorstehenden Auseinandersetzung wesentlich ankommt.

Zu dem Tabellenkopfe „Pulszahl in der Minute“ bemerken wir Folgendes: die Pulse sind am Kymographion gezählt, die Papierlänge der Trommel betrug 418 Millim., ihre Umgangszeit 49·5 Secunden, also kamen auf 1 Secunde 8·5 Millim., diesem Verhältnisse entsprechend, sondern sich selbst bei sehr raschem Herzschlage die einzelnen Pulsschläge deutlich von einander.

Die Periode der Eigenschwingungen des Quecksilbers in dem Manometer, welches wir anwandten, betrug eine halbe Secunde. In allen Fällen, in welchen die Puls die Zahl von 120 in der Minute übersteigt, waren wir also vor einer Täuschung durch Eigenschwingungen sicher, aber wir waren es auch, wie wir uns überzeugten, bei viel niedrigeren Pulszahlen, und zwar darum, weil die Reibung, mit welcher sich das Blut in den Gefässen des Kaninchens bewegt, beträchtlich genug ist, um es zu verhindern, dass das Quecksilber während

der Herzpause mit einer solchen Geschwindigkeit absinkt, wie sie zur Erzeugung von Nachschwingungen erforderlich ist.

Der Zeitraum, in welchem die Pulse gezählt wurden, beträgt immer nur einen Bruchtheil einer Minute, gewöhnlich $^1/_{10}$—$^1/_{12}$, zuweilen auch weniger. Wir haben dann, um die Unterschiede vergleichbar und besser hervortretend zu machen, die gefundenen Zahlen auf eine Minute berechnet. Sehr häufig ist der Puls ein sehr unregelmässiger. Waren die Unregelmässigkeiten nicht allzu bedeutend, so haben wir nur Eine Zählung vorgenommen, und zwar an einem Curvenstücke, welches längere und kürzere Pulserhebungen darbot. Die in der Tabelle verzeichnete Zahl ist demnach als ein Mittelwerth anzusehen. Wir zogen diese Darstellung vor, weil wir fürchten mussten, dass wenn wir unter den angegebenen Umständen noch kleinere Curvenabschnitte auf eine Minute berechnet hätten, die Beobachtungsfehler in bedenklicher Weise vergrössert worden wären. Wichen dagegen die Pulszeiten bedeutend von einander ab, so haben wir mehrere Stücke abgezählt und die entsprechenden Zahlen in der Zeitfolge, in welcher sie vom Manometer aufgeschrieben wurden, in dieselbe Reihe des Tabellenstabes eingetragen.

Der Druck, den die Tabelle verzeichnet, ist nicht als ein Mittel aus der ganzen Zeit anzusehen, die durch den entsprechenden Eingang der Tabelle angegeben ist. Waren in dem Curvenabschnitte, an welchem die Pulse gezählt wurden, keine beträchtlichen Änderungen des Druckes vorhanden, so haben wir nur den Mitteldruck aus dem Herzschlag genommen, wo er am höchsten gestiegen war. Bewegte sich dagegen der Mitteldruck an dem Curvenstücke, dessen Pulse abgezählt wurden, auf- oder absteigend, so haben wir den niedrigsten und den höchsten Druckwerth, in eine Klammer eingeschlossen, hingesetzt. Stehen unter dem Kopf „Pulszahl in der Minute“ mehrere Zahlen, so findet man auch meist unter dem Kopf „Druck“ mehrere solche. Wo dieses der Fall, da entsprechen die Drucke den Pulszahlen in der Reihenfolge, in welcher sie hier und dort stehen. Wenn auf verschiedene Pulszahlen nur ein Druckwerth folgt, so bedeutet dieses, dass der letztere trotz der Pulsänderung gleich geblieben ist.

I. Tabelle.

Nr. des Versuches	Zustand der Herznerven	Anwesenheit des reizenden Stromes	Pulszahl in der Minute	Maximum des mittleren Druckes in der Carotis	Bemerkungen
P	unversehrt	vor	203	84	Die Pulszahlen sind aus 5·7 Secunden berechnet mit Ausnahme der von 180, welcher nur 1 Secunde zu Grunde liegt.
		während	244, 161	198	
		sogleich nach	279, 180, 225	174	
		später nach	235	94	
	abgeätzt *a.*	vor	144	61	
		während	157, 107	156, 179	
		sogleich nach	147	179	
		später nach	180	156, 131	
	abgeätzt *b.*	vor	168	68	
		während	180	162	
		sogleich nach	86	173	
		später nach	182	(145, 133)	
Q	unversehrt	vor	205	67	Die Pulszahlen blieben sich während der im Eingang angegebenen Versuchsstadien meist gleich, nur hin und wieder kam eine lange Herzpause vor.
		während	221	185	
		sogleich nach	194	189	
	abgeätzt	vor	155	56	
		während	155	177	
		sogleich nach	161	182	
R	unversehrt	vor	165	134	Das Rückenmark war nur zur Hälfte durchschnitten.
		während	200, 126	175	
	abgeätzt	vor	167	124	
		während	159, 168	175	
		sogleich nach	120	177	
S	unversehrt	vor	118	34	Die Pulszahlen blieben sich während der im Eingang angegebenen Versuchsstadien sehr gleich, es fehlten hier selbst die grossen Pausen, die sonst gewöhnlich zwischen den raschen Herzschlägen eintreten.
		während	194, 184	(63, 121), 191	
		sogleich nach	188	179	
		später nach	139, 144	(143, 122) 109	
	abgeätzt *a.*	vor	112	47	
		während	159	171	
		alsbald nach	194	(166, 145)	
	abgeätzt *b.*	vor	130	68	
		während	202, 271	(142, 161) 170	
T	abgeätzt *a.*	vor	174	71	
		während	161, 132	171	
		sogleich nach	221	171	
	abgeätzt *b.*	vor	170	(137, 173) 173	
		während	161, 108	173, 152, 103	
		nach	230, 96, 170	—	

Um die vielfachen Angaben der vorstehenden Tabelle eingehender würdigen zu können, werden wir sie in mehrere zerlegen. In der erstern derselben (Tab. II) werden wir hervorheben die Änderungen, welche die Rückenmarksreizung an der Pulszahl hervorbringt, bevor die Abätzung der Herznerven stattgefunden. Wir haben uns hiezu vorzugsweise darum bewogen gefühlt, weil unsere Erfahrungen die entsprechenden von v. Bezold erweitern. Zu den Tabellen selbst wäre nur hinzuzufügen, dass wir ausser den Pulszahlen, welche vorhanden waren, während das Rückenmark dem elektrischen Reiz ausgesetzt war, auch diejenigen mit den vor der Reizung vorhandenen verglichen haben, welche sehr kurze Zeit nach der Entfernung des elektrischen Reizes gezählt wurden, denn auch hier war, wie die Höhe des Blutdruckes erkennen liess, eine sogenannte Nachwirkung des Reizes anwesend.

II. Tabelle.

Zusammenstellung der Pulszahlen aus der vorigen Tabelle bei unversehrten Herznerven, nebst einer Vergleichung derjenigen, welche einerseits vor der Reizung und andererseits während der Reizung und seiner Nachwirkung vorhanden waren.

Nummer des Versuches	Pulszahl			Verhältnisszahl	Absoluter Zuwachs von vor der Reizung	
	vor der Reizung	während der Reizung	während der Nachwirkung		bis während der Reizung	bis während der Nachwirkung
P	203	244	—	1 : 1·20	+ 41	—
		161	—	1 : 0·79	— 42	—
		—	279	1 : 1·37	—	+ 76
		—	180	1 : 0·88	—	— 23
Q	205	221	—	1 : 1·08	+ 16	— · —
		—	194	1 : 0·94	—	— 11
R	165	200	—	1 : 1·21	+ 35	—
		126	—	1 : 0·76	— 39	—
S	118	194	—	1 : 1·64	+ 76	—
		184	—	1 : 1·56	+ 66	—

Aus diesen Zahlen geht nun hervor, dass die Rückenmarksreizung die Pulszahl nicht immer auf gleiche Weise ändert, selbst

wenn der Blutdruck beträchtlich gestiegen war. Bald wurde sie beträchtlich vermehrt, bald aber auch vermindert und in noch anderen Fällen blieb sie gleich. Wir heben besonders hervor, dass an dem Mittelwerth dieser Ergebnisse keine Änderung eingetreten wäre, wenn wir die Zahl der Beobachtungen auch noch beträchtlich vermehrt haben würden; diesen Wechsel der Erscheinungen haben wir in zahlreichen Fällen, die wir hier nicht mittheilen, gesehen, und andere gleichlautende werden wir noch später vorführen. Sollen wir unsere Erfahrungen, die wir über diesen Punkt besitzen, zusammenfassen, so würden wir etwa sagen können: wenn die Reizung des Rückenmarkes die Pulszahl beträchtlich herabmindert, so gibt es auch jedesmal Abschnitte in der Curve, in denen sie bedeutend erhöht ist, so dass, und zwar oft in mehrfacher Folge, einige Secunden hindurch eine Vermehrung und eben so lange eine Verminderung der Schlagzahl beobachtet wird. Das Umgekehrte ist aber nicht nothwendig, da wir öfter nur eine Beschleunigung der Schlagfolge angetroffen haben. — Wird das Thier einer grössern Zahl auf einander folgender, durch Ruhezeiten unterbrochener Versuche ausgesetzt, so kehrt jedesmal derselbe Typus der Erscheinungen wieder, das heisst also, wenn in Folge des ersten Reizes bei einem Thier die rasche und die langsame Schlagfolge mit einander wechselten, so kommt sie auch nach jedem späteren Reiz zum Vorschein, während, wenn zum ersten Male nur eine Beschleunigung eintrat, auch später nur diese erfolgt.

Die Art, wie das Herz den Reiz beantwortet, ist also weniger in dem letztern als vielmehr in den Eigenthümlichkeiten des erstern begründet. v. Bezold scheint nur Thiere unter den Händen gehabt zu haben, welche die rasche Schlagfolge zeigten, denn nur so ist die Abweichung seiner von unseren Beobachtungen zu erklären. Wären ihm die Thatsachen in der Weise, wie uns entgegengetreten, so würde er keine so unmittelbare Abhängigkeit der Schlagzahl des Herzens vom Rückenmark behauptet haben.

Auf diese Zusammenstellung lassen wir nun die Pulszahlen folgen, welche nach Abätzung der Herznerven vor der Reizung, während ihrer Anwesenheit und ihrer Nachwirkung vorhanden waren.

III. Tabelle.

Zusammenstellung der Pulszahlen aus Tab. I nach Zerstörung der Herznerven, nebst einer Vergleichung derselben in verschiedenen Reizungszuständen.

Nummer des Versuches	Pulszahl vor der Reizung	Pulszahl während der Reizung	Pulszahl während der Nachwirkung	Verhältnisszahl	Absoluter Zuwachs von vor der Reizung bis während der Reizung	Absoluter Zuwachs von vor der Reizung bis während der Nachwirkung
P	144	157	—	1 : 1·09	+ 13	—
		107	—	1 : 0·74	— 37	—
		—	147	1 : 1·02	—	+ 3
		—	180	1 : 1·25	—	+ 36
	168	180	—	1 : 1·07	+ 12	—
		—	86	1 : 0·51	—	— 82
		—	182	1 : 1·07	—	+ 14
Q	155	155	—	1 : 1	0·0	—
		—	161	1 : 1·03	—	+ 6
R	167	159	—	1 : 0·95	— 8	—
		168	—	1 : 1	+ 1	—
		—	120	1 : 0·72	—	— 47
S	112	159	—	1 : 1·42	+ 47	—
		—	194	1 : 1·72	—	+ 82
	130	202	—	1 : 1·55	+ 72	—
		271	—	1 : 2·08	+141	—
T	174	161	—	1 : 0·92	— 13	—
		132	—	1 : 0·75	— 42	—
		—	221	1 : 1·27	—	+ 47
	170	161	—	1 : 0·95	— 9	—
		108	—	1 : 0·63	— 62	—
		—	230	1 : 1·35	—	+ 60
		—	96	1 : 0·56	—	— 74
		—	170	1 : 1	—	0·0

Diese Zusammenstellung zeigt, dass **die Pulszahlen nach der Abätzung der Herznerven sich durch die Reizung des Rückenmarkes in ganz ähnlichem Sinne ändern, wie sie es auch thaten, als die Nerven noch unversehrt waren.** Die Herzen der Kaninchen *P* und *R* schlugen hier wie

dort während der Reizung bald langsamer und bald rascher als vor derselben, erfährt beide Male nur Beschleunigungen, während *Q* immer nur sehr mässige Veränderungen erkennen lässt.

Für die Richtung, welche die Veränderung nimmt, ist es also gleichgiltig, ob die Herznerven mit dem gereizten Rückenmarke zusammenhängen, oder ob sie von ihm getrennt sind.

Damit ist aber noch nicht entschieden, ob dieses auch der Fall ist für den absoluten Werth der Änderung, welche die Reizung vor und welche sie nach der Nervenätzung erzeugt. Um hierüber Auskunft zu erhalten, müssen die Pulszahlen der entsprechenden Versuchsreihen möglichst vollständig verglichen werden, und namentlich ist fest zu stellen, wie gross die Zahl der Herzschläge vor der Reizung war, ehe und nachdem die Herznerven zerstört wurden, und ferner um welche Zahl sich der Puls durch die Reizung änderte, je nachdem die Herznerven noch vorhanden oder schon abgeätzt waren. Mit anderen Worten, es müssen verglichen werden die Unterschiede der Pulse bei gleichnamigen Reizzuständen und ungleicher Beschaffenheit der Herznerven und eben so die durch den Reiz hervorgerufene Pulsänderung bei gleicher Beschaffenheit der Herznerven.

Das Ergebniss dieser Vergleichungen ist in Taf. V niedergelegt. Da der Reiz die Zahl der ursprünglich vorhandenen Pulsschläge bald mehrt und bald mindert, so ist die Differenz, die aus der Subtraction der ursprünglichen von dem veränderten Pulse entsteht, bald positiv und bald negativ; wir wollen sie positiv nennen, wenn der Puls während der Reizung häufiger als vor derselben geworden ist. — Obwohl wir nun glauben, dass nach dieser Auseinandersetzung die Bedeutung der Differenzzahlen in den Tabellen durch die Überschriften, unter denen sie sich finden, genügend klar ist, so werden wir doch der grössern Deutlichkeit wegen in der Beobachtung *P* ihre Entstehung dadurch erläutern, dass wir die Zahlen, aus welchen sie hervorgegangen, eingeklammert beifügen.

IV. Tabelle.

Nummer des Versuches	Zustand der Herznerven	Pulszahl in der Minute		Unterschiede der Pulszahlen		
		vor der Reizung	während d. Reizung	bei gleichem Zustand d. Herznerven u. ungleichem Reizzust. des Rückenm.	bei gleichem Reizungszustande des Rückenmarkes und ungleicher Beschaffenheit der Herznerven: vor der Reizung	währ. der Reizung
P	unversehrt	203	279	+76(279-130)		
			161	—42(161-203)		
	abgeätzt	144	180	+36(180-144)	+59(203-144)	+99(279-180)
			107	—37(144-107)		+54(161-107)
	abgeätzt	168	182	+14(182-168)	+35(203-168)	+97(279-182)
			86	—82 (168-86)		+75 (161-86)
Q	unversehrt	205	221	+ 16		
			194	— 11	+ 50	+ 60
	abgeätzt	155	161	+ 6		
R	unversehrt	165	200	+ 35		
			126	— 39		+ 32
	abgeätzt	167	168	+ 1	— 2	— 6
			120	— 47		
S	unversehrt	118	194	+ 76		
	abgeätzt	112	194	+ 82	+ 6	0
	„	130	271	+141	— 12	— 77

Geht man die Differenzzahlen durch, welche in der sechsten Columne stehen, so fällt zuerst in die Augen, dass das Herz nach Abätzung seiner Nerven einige Male beträchtlich langsamer schlug als vorher. Wir glauben, dass dieses nur aus einer Herabsetzung der Reizbarkeit des Herzens selbst erklärt werden kann. Denn da das Rückenmark schon vor der Nervenätzung vom verlängerten Mark getrennt war, so kann man die höhere Zahl des Pulses, die vor der Nervenzerstörung vorhanden war, nicht aus einer Erregung ableiten, die den *Ramis cardiacis* vom Rückenmark mitgetheilt wurde. Wollte man auf einer von aussen her zum Herzen kommenden Erregung bestehen, so müsste man sie nach unseren gegenwärtigen Vorstellungen von einer automatischen Erregung des *Ganglion stellatum* ableiten. Nun kommt aber unter den mitgetheilten Beobachtungen auch eine vor, in welchen die Abätzung der Nerven keine Minderung

der Pulszahl bedingte, um ihn mit der eben angedeuteten Unterstellung in Einklang zu bringen, hätte man anzunehmen, dass hier die erregende Fähigkeit des Ganglion aus unbekannten Gründen schon vor der Ätzung der Herznerven erloschen gewesen wäre. Endlich findet es sich auch, dass in einem Falle das Herz nach der Abätzung der Nerven rascher schlug als vor derselben; damit fällt nun auch die Möglichkeit weg, dem *Ganglion stellatum* den vorgenannten Einfluss zuzuschreiben.

Also bleibt nichts übrig, als in inneren Veränderungen des Herzens den Grund zu suchen, warum der Herzschlag nach der Ätzung in seiner Häufigkeit sich nicht gleich blieb. Diese Annahme hat auch nichts Auffallendes, da während der Dauer des Versuches der Blutstrom und die Arbeit des Herzens mannigfach wechselten, also gerade die Umstände sich änderten, von denen die Reizbarkeit der automatischen Organe und ihrer neuromusculären Untergebenen wesentlich abhängen. Die Differenzen der fünften Columne, welche mit + versehen sind, wechseln vollkommen regellos. Der Zuwachs den die Reizung vor der Abätzung der Nerven erzeugte, ist bald grösser und bald kleiner als nach derselben; eben so wenig ist eine Beziehung des Zuwachses zu der Schlagzahl zu erkennen, welche vor der Reizung vorhanden war.

Bei den Zahlen der fünften Columne, welche mit — versehen sind, fällt es dagegen auf, dass ihr Werth um so grösser wird, je später der Zeitpunkt der Reizung vom Beginn des Versuches absteht. Daraus kann man schliessen, dass die Bedingungen, welche die verlangsamende Wirkung des Reizes unterstützen, mit der Dauer des Versuches an Wirksamkeit gewinnen, und zwar unabhängig von denen, welche die Erhöhung der Schlagzahl herbeiführen.

Aus Allem geht nun aber doch hervor, dass der absolute Werth der Pulsänderung durch die Zerstörung der Nerven nicht mehr derselbe wie vorher war. Da der Unterschied sich eben so vor wie während der Reizung ausprägte, so kann die Ursache desselben eben so wohl in einer Änderung der Herzens liegen, die in gar keiner Beziehung zur Nervenätzung steht, als auch darin, dass die Reizung durch die zuletzt genannte Operation irgendwie alterirt worden ist. Diese Alternative mag einstweilen auf sich beruhen.

Auf die Vergleichung der Pulszahlen lassen wir nun die des Blutdruckes in der *Art. carotis* folgen. Die Frage, welche diese

Nebeneinanderstellung beantworten soll, kann, wie uns scheint, nur die sein, ob die Rückenmarksreizung nach der Ätzung der Herznerven den Blutdruck eben so hoch steigert als vor derselben. Wir hätten also nur die Maximalwerthe der Drücke in Betracht zu ziehen, wie es im Folgenden geschehen.

V. Tabelle.

Nr. des Versuches	Vor der Ätzung	Nach der Ätzung
P	198	179
Q	185	177
R	175	177
Sa	191	171
Sb	—	171
Mittel	187	175

Diese Zahlen sagen aus, dass mit Ausnahme von *R* die Drücke nach der Ätzung um 8—20 Millim. *Hg* geringer waren als vor ihr.

Dieser geringe Unterschied kann eben so gut aus einem Nachlass des Stromwiderstandes, als auch aus einer verminderten Schlagkraft des Herzens abgeleitet werden. Keinesfalls aber scheint er genügend, um die Annahme zu begründen, dass in dieser Beziehung zwischen den Erfolgen der Rückenmarksreizung, die in den beiden Terminen stattfand, ein wesentlicher Unterschied bestanden habe.

Das Verhalten des Herzens in der Zeit, während welcher der Druck steigt und sich hoch hält, ist für unsere Versuche noch bezeichnend. So wie die Reizung wirksam wird, erweitert sich auch der linke Ventrikel und alsbald auch der linke Vorhof und wenn der Druck den Werth erreicht hat, welchen die vorstehenden Zahlen wieder geben, so ist Kammer und Vorhof der linken Seite strotzend gefüllt, indem selbst die Systole das Volum der Kammer nur unbedeutend mindert. Diese Thatsache ist ganz in Übereinstimmung mit dem was die erste Versuchsreihe lehrte. Das Blut, welches zum linken Herzen kommt, kann trotz der energischen Herzarbeit nicht abfliessen, weil die arteriellen Bahnen fast

durchwegs gesperrt sind. Unter Berücksichtigung dieser Umstände und derjenigen, durch welche der Blutdruck überhaupt zu Stande kommt, wird man zu der Annahme berechtigt sein, dass der Druck, welcher bei den vorstehenden Versuchen zu Stande kommt, die obere Grenze desjenigen bezeichnet, den das Herz unter den günstigsten Umständen hervorbringen kann. Hiezu passt es, dass unsere Versuche nicht allein unter sich, sondern auch mit den Angaben v. Bezold's sehr gut übereinstimmen.

Wenn aber der erreichte Druckwerth das Maximum der Herzleistung bezeichnet, das bei grossmöglichster Blutfülle des Herzens und einem fast vollständigen Verschluss der Arterien zu erreichen ist, dann gewährt es auch kein Interesse mehr, diesen während der Reizung vorhandenen Werth mit dem vor ihr vorhandenen zu vergleichen. Denn dieser letzte ist gar kein Mass für die Herzkraft unter ähnlichen Bedingungen.

Da sich aber die Schlagzahl während der dauernden Reizung ändert, so lohnt es sich der Mühe zu fragen, in welcher Beziehung der Druck zu dieser letztern Variation stehe. In dieser Richtung geben die Beobachtungen an, dass der Druck innerhalb gewisser Grenzen ganz unabhängig von der Pulszahl ist; so lange nämlich die letztere nicht unter 150 in der Minute herabsinkt, ändert sich auch der Mitteldruck nicht; so dass also Änderungen von 100 und mehr Pulsen in der Secunde dem Druckwerth keinen Eintrag thun. Werden die Pulse langsamer und damit die Pausen dauernder, dann sinkt allerdings während derselben der Druck beträchtlich, aber er steigt meist schon durch den folgenden Herzschlag auf seine frühere Höhe an. Methodische Versuche, bei denen das Rückenmark und der *N. vagus* gleichzeitig gereizt werden, dürften dazu führen, die Bedeutung der Schlagzahl genauer kennen zu lernen.

Nun bleibt uns noch übrig die Schlagzahl in ihrer Abhängigkeit vom Blutdrucke, beziehungsweise der durch ihn bedingten Herzfüllung zu erörtern. Da wir noch einmal die Gelegenheit haben werden auf diesen Punkt zurückzukommen, so wollen wir hier nur erwähnen, dass bei demselben Thiere bei gleicher Reizung und gleichem Druck ungemein verschiedene Pulszahlen vorkommen können. Bald mehrt sich schon mit dem Ansteigen der Puls, und bald erst wenn der Druck auf sein Maximum gekommen;

dort angelangt, wird er bald rasch und gleich darauf langsam, mit einem Worte, es ist keine einfache Beziehung zwischen beiden Vorgängen zu erkennen.

III. Welche Erscheinungen ruft der Verschluss der Aorta thorica unmittelbar über dem Zwerchfell während der Ruhe und der Erregung des Rückenmarkes hervor?

Die dritte Versuchsreihe, die wir nun folgen lassen, sollte zunächst ausmitteln, wie weit die Erscheinungen, welche die Rückenmarksreizung herbeiführt, durch eine künstliche Verschliessung grösserer Arterienstämme nachgeahmt werden konnte. Um das letztere Ziel nach Belieben zu erreichen, legten wir um die Stämme, welche wir verengern wollten, eine Schlinge aus einem starken Seidenfaden.

Durch zeitweiliges Emporheben und Niedersenken der beiden Enden des Fadens konnten wir die Gefässe schliessen und öffnen. Wir dehnten die zeitweilige Ligatur auf die Aorta unmittelbar über dem Zwerchfelle, über die *Anonyma* und *Subclavia sinistra* aus, weil wir sehen wollten, wie weit die Verengung des gesammten Strombettes gehen musste, um den Blutdruck auf dieselbe Höhe zu heben, den er während der Rückenmarksreizung besass. Insoferne man die Druckerhöhung während der letzteren nur von der Stromhemmung ableitet, hatte man sich durch die Arterienligatur auch eine ungefähre Vorstellung von der Ausdehnung des Verschlusses verschafft, welchen die Rückenmarksreizung herbeiführte.

Nächst dem liess sich durch dieses Verfahren erkennen, ob und welche Veränderungen die Füllung des linken Herzens an der Pulszahl anbringt.

Wenn man endlich den Versuch so modificirte, dass man zuerst die Pulszahl aufschrieb, welche während der Zeit bestand, in welcher die Arterien durch die Unterbindung verengert waren, dann das Rückenmark reizte, während die Verschliessung fortdauerte, und endlich die Reizung andauern liess, während man die Ligatur um die Arterien entfernt hatte, so konnte man nicht allein ersichtlich machen, wie die Anfüllung des Herzens die Pulsfrequenz änderte, sondern es liess sich auch mit Sicherheit erkennen, ob die Ligatur und die Reizung vollkommen gleiche Wirkungen

erzeugten. Ohne den Kunstgriff die Reizung eintreten zu lassen, während sich die Folgen der Herzfüllung schon eingestellt hatten, ist es begreiflich, unmöglich über die Identität beider Einflüsse Aufschluss zu erlangen, denn die Schläge des Herzens sind meistentheils während der Anfüllung und während der Reizung viel zu unregelmässig, als dass durch eine Vergleichung zweier unter verschiedenen Bedingungen angestellten Versuche, in denen nur je einer der bezeichneten Umstände wirksam war, ein sicherer Schluss gezogen werden konnte; wenn dagegen die Reizung in dem Momente, in welchem sie auf das schon gefüllte Herz wirkte, ohne den Druck zu steigern, dennoch eine Änderung in der Pulszahl erzeugte, so konnte diese letztere nicht mehr auf Rechnung des Blutdruckes gebracht werden.

Der Gang, den wir bei der Vorbereitung der Versuche einhielten, war folgender:

Die Thiere wurden mit Curare vergiftet, eine Carotis blossgelegt und in sie eine Canüle eingebunden, dann wurde die Brusthöhle eröffnet, die Fäden lose um die Aorta unmittelbar über dem Zwerchfell, um die *Anonyma* und die *A. subclavia sinistra* geschoben, die *N. vagi* wurden bis zur Lungenwurzel hinab ausgeschnitten, darauf endlich ward das Rückenmark über dem ersten Halswirbel abgetrennt und die Wirbelsäule mit den beiden Reizungsnadeln versehen. — Nachdem das Manometer mit der Carotis verbunden war, wurden Druck und Pulszahl notirt, bevor noch eine Verengerung in dem Blutstrom und eine Reizung am Rückenmark angebracht war, dann wurde die Aorta und dann die Subclaviae durch Anziehen der Fadenschlinge verschlossen.

War unter diesen Umständen der Druck und die Pulszahl aufgeschrieben, so liess man durch das Rückenmark elektrische Schläge hindurchgehen, beobachtete die beiden genannten Functionen abermals, öffnete dann die Ligatur, während die Reizung noch anhielt. Diese Reihenfolge des Versuches ist der umgekehrten vorzuziehen, weil jede Reizung bekanntlich eine Nachwirkung hinterlässt, während sich die Folgen des Arterienverschlusses augenblicklich ausgleichen.

VI. Tabelle

enthält die Versuche, welche wir nach diesem Plane anstellten:

Nummer des Versuches	Zustand der Gefässe	Reizung des Rückenmarkes	Pulszahl in der Minute	Druck in Millimeter	Bemerkungen
I. 1.	alles offen	ohne Reizung	277	68	
	Aorta geschl.	ohne Reizung	292	150	
	A. u. *anon*. zu	ohne Reizung	293	160	
	alles offen	ohne Reizung	277	68	
	alles offen	während d. Reiz.	323, 342	169	
2.	alles offen	ohne Reizung	308	91	
	Aorta subcl. zu	ohne Reizung	309	169	
	Aorta subcl. zu	während d. Reiz.	314	169	
	alles offen	während d. Reiz.	338, 309	167, 169	
3.	alles offen	ohne Reizung	292	82	
	Aorta subcl. zu	ohne Reizung	300, 315, 300, 284	167	
	alles offen	ohne Reizung	192	—	Die Dauer des Verschlusses betrug 200 Secunden. Der Mitteldruck blieb ganz constant.
II. 1.	alles offen	ohne Reizung	227	43	
	alles offen	während d. Reiz.	281	146	
	Aorta zu	während d. Reiz.	250	183	
	Aorta subcl. zu	während d. Reiz.	250	183	
	Aorta subcl. zu	?	120	160	
	alles offen	ohne Reizung	233	54	
2.	alles offen	ohne Reizung	230	51	
	Aorta subcl. zu	ohne Reizung	215	(131, 139)	
	Aorta subcl. zu	während d. Reiz.	235	142	
	Aorta subcl. zu	ohne Reizung	210, 110, 240	148	
III. 1.	Aorta zu	ohne Reizung	212	107	Halsstamm des *Sympath.* unverletzt, *Vagi* bis zur Lungenwurzel entfernt, Arterien, auch die *coronariae cordis* atheromatös. — Herz hypertrophisch, dilatirt.
	Aorta zu	während d. Reiz.	96	133	
2.	alles offen	ohne Reizung	204	88	
	Aorta zu	ohne Reizung	200	98	
	Aorta zu	während d. Reiz.	142	106	
	alles offen	ohne Reizung	200	78	
IV. 1.	alles offen	ohne Reizung	273	32	Die Halsstämme des *Sympathicus* unverletzt, *Vagi* am Halse durchschnitten.
	Aorta zu	ohne Reizung	255	142	
	Aorta zu	währ. d. Reiz.	264	194	
	Aorta offen	währ. d. Reiz.	276, 270	154	
	Aorta zu	währ. d. Reiz.	270	194	

Nummer des Versuches	Zustand der Arterien	Zustand der Reizung	Pulszahl in der Minute	Druck in Millimeter	Bemerkungen
2.	alles offen	ohne Reizung	284	91	
	Aorta zu	ohne Reizung	203	182	
		während d. Reiz.	277		
		ohne Reizung	277		
		während d. Reiz.	260		
	alles offen	ohne Reizung	298, 250	51, 40	
3.	alles offen	ohne Reizung	223	15	Die Pulse, welche während des Gefässverschlusses nach der beendigten Reizung aufgezeichnet stehen, sind immer mindestens 4 Sec. nach Beendigung des Reizes gezählt, sie sind das Mittel aus mehr als 5 Sec.
	Aorta u. *anonyma* zu	ohne Reizung	227	101	
		während d. Reiz.	265		
		ohne Reizung	244		
		während d. Reiz.	265		
		ohne Reizung	290		
	alles offen	ohne Reizung	227	29	
V. 1.	alles offen	ohne Reizung	333	87	Halsstamm des *Sympathicus* unverletzt, *Vagi* am Hals durchschnitten. Arterien atheromatös.
	Aorta zu	ohne Reizung	320	143	
		während d. Reiz.	180, 345, 245, 308	148	
	alles offen	während d. Reiz.	300	145	
		ohne Reizung	323		
2.	alles offen	ohne Reizung	324	136	
		während d. Reiz.	300		
3.	alles offen	ohne Reizung	308	135	
		während d. Reiz.	292		
	Aorta zu	während d. Reiz.	300	124	
		ohne Reizung	297, 290		

Die Zahlen der Tabelle, welche den Blutdruck in der *A. carotis* nach Verschliessung anderer grösserer Arterienstämme angeben, hatten wir aus unseren Notizen noch vermehren können. Da es für unsern nächsten Zweck nicht nothwendig war, so haben wir es unterlassen; wir versäumen jedoch nicht auf e i n E r g e b n i s s der Gesammtsumme unserer Versuche hinzuweisen, das für den Blutstrom im Allgemeinen nicht unwichtig zu sein scheint. Ein Verschluss an der *Aorta abdominalis* unterhalb der Nierenarterie bringt, wie schon längst bekannt, in dem zurückbleibenden wegsamen Stromgebiete nur eine sehr geringe Steigerung des Druckes hervor; etwas mehr erhebt er sich, wenn man Subclavien und Carotiden schliesst; bedeutend wird dagegen die Druckerhöhung, wenn man die Aorta

unmittelbar über dem Zwerchfell zuhält; wenn man gleichzeitig mit der *Aorta thoracica* auch noch die Subclavien und Carotiden verschliesst, so wird hiedurch der Druck zuweilen nur sehr wenig, zuweilen aber auch nicht unbeträchtlich höher, als nach ausschliesslicher Unterbindung des ersteren Gefässes. Daraus geht hervor, dass bei einem so niederen Druck, wie er nach der Durchschneidung des Halsmarkes einzutreten pflegt, das Blut der Aorta vorzugsweise durch die Gefässe des Unterleibes abfliesst.

In unserer Absicht lag es zunächst, wie man sich erinnern wird, zu erfahren, welches Arterienlumen geschlossen werden musste, um den Druck auf den Werth zu heben, auf welchen ihn die Reizung des Rückenmarkes bringt. Der nachstehende Auszug aus Tab. VI gibt hierüber Aufschluss.

VII. Tabelle.

Nummer des Versuches	*Aorta thorac.* geschlossen	*Aorta thorac.*, *subc.* und *anonyma* geschlossen	Gefässe geschlossen und Rückenmarksreizung	Gefässe offen und Rückenmarksreizung
I. . 1	150 Millim.	160	—	169
„ . 2	— „	169	169	167
„ . 3	— „	167	—	—
II. . —	— „	183	183	146
III. . 1	107 „	—	133	—
„ . 2	98 „	—	106	—
IV. . 1	142 „	—	194	154
„ . 2	182 „	—	182	—
V. . 1	143 „	—	148	145
„ . 2	124 „	—	124	—

Diese Zahlen geben an, dass in allen Fällen die Rückenmarksreizung den Druck mindestens so hoch trieb, wie es die Verschliessung der Aorta vermochte; in einigen Fällen überstieg aber auch der Druck während der Reizung den während des Aortenverschlusses und erreichte den, welcher nach gleichzeitiger Verlegung der Aorta, der Carotiden und Subclavien beobachtet wurde. Dieses entspricht dem Befunde unserer ersten Versuchsreihe, denn diese legt ja die Möglichkeit einer totalen Verschliessung fast aller Aortenzweige dar.

Eine genauere Übereinstimmung als die vorstehenden Versuche geben, kann füglich nicht verlangt werden, da wir einerseits

schon sahen, dass die Reizung des Halsmarkes nur selten alle Gefässnerven gleichmässig trifft, und da ferner die Versuchsdauer immer nur eine beschränkte sein kann, bei der möglicherweise gar nicht das Maximum des Druckes erreicht wird. Wie rasch dieses letztere eintritt, hängt ja bekanntlich nicht blos von der Herzkraft und der Stromhemmung, sondern auch davon ab, wie schnell das Blut in das Herz einströmt.

Wir werden nun die Pulszahlen einer Vergleichung unterwerfen; hiezu bedienen wir uns jedoch nicht aller Zahlen, die in VI vorkommen, sondern nur der Maxima und Minima, vorausgesetzt dass für dieselbe Stufe des Versuches mehrere Zahlen gefunden würden.

VIII. Tabelle.

Nummer des Versuches	Vor jeglicher Veränderung	Während des Gefässverschlusses	Gefässverschluss und Rückenmarksreizung	Rückenmarksreizung allein	Zu Ende des Versuches
I. . 1	277	292	—	323, 342	—
„ . 2	308	309	314	338, 309	—
„ . 3	292	284, 315	—	—	192
II. . 1	227	—	250	281	233
„ . 2	230	240, 110	235	—	—
III . 1	212	—	—	96	—
„ . 2	204	200	142	—	200
IV. . 1	273	255, 270	264	276	—
„ . 2	284	203, 277	260, 277	—	298
„ . 3	223	227, 290	265	—	227
V. . 1	333	320	180, 345	300	323
„ . 2	324	—	—	300	—
„ , 3	308	290	300	292	—

Diese Zahlen liefern eine Grundlage für mehrfache Entscheidungen. Wir fassen zunächst in's Auge den Zuwachs, welchen die Pulszahl erhält, wenn das bis dahin zusammengefallene Herz durch eine Hemmung des Blutstromes bedeutend gefüllt wird. — Wenn wir die Zahlen des zweiten Stabes von denen des dritten abziehen, so erfahren wir, dass jedesmal die Pulszahl sich ändert. In einigen Fällen war die Änderung sehr mässig, noch in den Zählungsfehlern liegend, in der grössern Mehrzahl der Beobachtungen war sie

dagegen bedeutend. Das Vorzeichen des Zuwachses war dabei bald positiv und bald negativ, und zwar kam beides nicht allein an demselben Thiere, sondern auch in derselben Beobachtungsreihe vor, so dass also das gefüllte Herz im raschen Wechsel bald rascher und bald langsamer als das leere schlug. Hier kehrt also ganz dieselbe Erscheinungsreihe wieder, die wir am Herzen der Thiere beobachteten, dessen Rückenmark gereizt wurde, gleichgiltig ob die *Rami cardiaci* unversehrt oder abgeätzt waren. Hieraus könnte man nun schliessen wollen, dass die Pulsänderung, welche man nach Durchschneidung der *N. vagi* beobachtet, einzig und allein auf Rechnung der veränderten Herzfüllung und ihre nächsten Folgen zu schieben sei.

Vor diesem Irrthum bewahrt uns aber eine weitergehende Zergliederung unserer Zahlen. Ist nämlich nur die Ausdehnung des Herzens, welche ja dem Blutdruck proportional sein muss, die einzige Ursache der Pulsänderung, dann muss die Zahl unverändert bleiben, wenn die Rückenmarksreizung zu der künstlichen Gefässverengerung und zwar in der Art hinzutritt, dass durch die Reizung keine Steigerung des Blutdruckes hinzutritt. Um dieses zu erfahren, haben wir nur nöthig, die Zahlen der dritten Columne von denen der vierten abzuziehen, dabei aber nur die Beobachtungen in Betracht zu ziehen, in denen laut Tab. VII die Blutdrücke bei beiden Behandlungsarten des Thieres unverändert blieben. Der grössern Bequemlichkeit wegen haben wir alle hieher gehörigen Fälle zusammengestellt.

IX. Tabelle.

Nummer des Versuches	Gefässe geschlossen	Gefässe geschlossen und gereizt	Zuwachs	Druck
I. . . 2	309	314	+ 5	169
II. . . 1	250	250	0	183
„ . 2	240, 110	235	— 5 + 125	148, 142
III. .	200	142	— 58	98, 106
IV. . 1	270	264	— 6	194
„ 2	203	277	+ 74	182
„ . 3	227, 290	265	+ 38 — 25	101
V 1	320	180, 345	+ 25 — 160	143, 148
„ 3	290	300	+ 10	124

Trotzdem, dass also die zur Gefässverschliessung hinzutretende Reizung den Blutdruck nicht änderte, bemerkten wir dennoch in zahlreichen Fällen eine Einwirkung derselben auf die Pulszahl. In Anbetracht davon, dass auch bei sonst gleicher Behandlung des Herzens die Pulszahl sehr bedeutend schwanken kann, würden wir die vorliegenden Erfahrungen nicht gerade für sehr bedeutungsvoll halten, wenn wir nicht wiederholt gesehen hätten, dass alsbald mit der Reizung auch die Änderung der Pulszahl hervorgetreten wäre, so dass hier der Zusammenhang der beiden Vorgänge ganz unmittelbar in die Augen sprang.

Demnach wird man wohl die Annahme nicht abweisen können, dass die Reizung des Rückenmarkes beziehungsweise der von den letzteren zum Herzen gehenden Nerven eine Änderung der Pulszahl erzeugen könne. In diesem Punkte stimmen also unsere Folgerungen mit denen, welche v. Bezold gezogen, überein. Sie unterscheiden sich jedoch darin, dass wir die Richtung der Änderung anders, als er es gethan, bezeichnen müssen. Denn ein Blick auf die obige Zusammenstellung lehrt, dass die Reizung, wenn sie zur einfachen Drucksteigerung hinzutritt, keineswegs immer die Pulszahl mehrt, sondern dass sie dieselbe auch eben so oft und nicht minder bedeutend herab drückt. Um diese Verschiedenheit zu erklären, müsste man also entweder statuiren, dass die spinalen Herznerven erregende und hemmende Fasern führen, oder man müsste sich denken, dass es am Herzen des Säugethieres, ähnlich wie an dem des Frosches, Orte gäbe, welche, wenn sie gereizt werden, entweder nur Verkürzung oder nur Verlängerung der Pausen bewirken könnten, so dass die spinalen Nerven, je nachdem sie hier oder dort irgend welche Veränderung bedingten, den Puls verlangsamen oder beschleunigen könnten.

Damit sind wir an einer verwickelten Frage angelangt, deren Beantwortung wir, weil sie nicht zu unserer Aufgabe gehört, bei Seite setzen. Wir dürfen es jedoch nicht unterlassen, Einiges, was wir beiläufig beobachtet, künftigen Bearbeitern dieses Thema's zur Kenntnissnahme mitzutheilen.

Wir haben mehrmals das *Ganglion stellatum* bei ungeöffneter Brusthöhle beiderseits aufgesucht, und dasselbe elektrisch gereizt, nachdem wir ein Manometer in die Carotis gesetzt. Insofern die Isolation gelungen, so dass der nahe liegende *N. vagus* geschont blieb,

haben wir gar keinen Erfolg davon gesehen. Mit demselben negativen Erfolg haben wir die Herzäste des Ganglions bei unverletztem Rückenmarke zerstört, die Pulszahl blieb nach der Durchschneidung dieselbe wie vor ihr.

Als wir untersuchten, welchen Einfluss die Reizung des Rückenmarkes übt, nachdem der Blutdruck schon durch die Verschliessung der Aorta emporgetrieben ist, haben wir auch einmal das Halsmark zerstört und dann wieder gereizt. Während der Reiz dieser letzteren Operation den Herzschlag wechselnd bedeutend mehrte und minderte, sahen wir nichts Ähnliches mehr nach derselben. Wir verwahren uns gegen den Schluss, den man uns nach dieser Zusammenstellung unterschieben könnte, dass die den Herzschlag ändernden Nerven zwar im Rückenmark, nicht aber in den Ästen des *Ganglion stellatum* verlaufen. Obwohl wir eine solche Möglichkeit nicht abstreiten, so sind doch unsere Versuche viel zu wenig zahlreich, um überhaupt einen Spruch darauf zu gründen.

Wie für die Form des Herzens und die Blutvertheilung in ihm, so scheint es auch nicht gleichgiltig für die Änderung der Pulsfolge, ob man die Füllung des Herzens durch Zuhalten der *Art. pulmonalis* oder der Aorta, oder durch gleichzeitige Verengung beider erzeugt. Obwohl wir einige Beobachtungen in diesem Sinne angestellt, so enthalten wir uns doch jeder weiteren Mittheilung; wir wollten hier nur darauf hindeuten, dass wenn sich constante Verschiedenheiten herausstellen sollten, diese nicht ohne Einfluss auf die Deutung der in dem letzten Theile dieser Abhandlung mitgetheilten Versuche sein dürften.

Als einen methodisch verwerthbaren Versuch betrachten wir die zeitweilige Verschliessung der *Art. coronar. cordis*; sie kann mit einer kleinen Klemmpincette nach vorsichtiger Isolation ihres Ursprungs leicht ausgeführt werden. Ihre nächste Folge besteht darin, die Schlagkraft des Herzens bedeutend herabzusetzen, so dass trotz einer grossen Blutfülle des letzteren der Blutdruck in der Carotis stark heruntergeht. — Ganz anders scheint sich dagegen der Schlag des Herzens zu verhalten, wenn man es durch den Verschluss aller Körpervenen anämisch macht.

Die Zergliederung der wichtigen Erscheinungen, welche v. Bezold beobachtet hat, legt ausser manchen anderen Folgerungen auch noch die nahe, mit welcher wir diese Abhandlung

beschliessen wollen. Wir gehen bei ihrer Entwickelung von der Annahme aus, dass der niedrige Blutdruck, welcher während der Lähmung aller Gefässnerven in den Arterien besteht, begründet sei in dem raschen Wiederabfluss des Blutes, das mit jedem Herzschlag in die Arterie geworfen wurde. Dem entgegen könnte man behaupten wollen, dass der niedrige Druck des Arterienblutes bedingt sei durch die geringe in der Circulation begriffene Blutmenge und die Schwäche des Herzschlages. Diese Annahme ist aber sogleich widerlegt, wenn man ein Hinderniss in den arteriellen Strom einführt, das ungefähr dem gleichkommt, welches während des normalen Druckes der Gefässmuskeln durch die engere Arterienlumina besteht. Von dem Augenblicke an, wo dieses geschehen, hebt sich auch der Blutdruck, und zwar so rasch, dass er schon nach wenigen Schlägen auf dem Werth angelangt ist, den er vor der Rückenmarksdurschneidung besass. Diese Thatsache wäre unverständlich, wenn nicht jeder Herzschlag eine beträchtliche Blutmenge in das Arterienrohr förderte.

Sie ist aber auch unvereinbar mit der andern Annahme, der nämlich, dass dem Herzen die nöthige Kraft zur Erzeugung des Druckes fehlte. So lange der Widerstand, welcher eingeführt wurde, besteht, so lange erhält sich der Druck auch auf der Höhe, die er in Folge desselben eingenommen. So wie man dagegen dieses Hinderniss aus dem arteriellen Strome entfernt, so sinkt auch schon nach wenigen Herzschlägen der Druck wieder auf den Stand herab, den er vor der Einführung jenes besass. Wie nun einerseits das momentane Steigen und Sinken des Druckes mit der Einführung und Beseitigung des Widerstandes die unmittelbare Beziehung zwischen den beiden Veränderlichen beweist, so thut er auch dar, dass die geänderte Reizbarkeit des Herzens nicht an den Variationen des Druckes schuld sein kann. Wollte man annehmen, dass die grössere Blutfülle des Herzens zunächst die Erregbarkeit seiner Muskeln gesteigert, und dass erst hierdurch der Blutdruck gewachsen sei, so würde dieses die unwahrscheinliche Voraussetzung nöthig machen, dass die Nerven und Muskeln des Herzens in diesem besonderen Falle ungewöhnlich rasch ihre verlorene Reizbarkeit wieder zu gewinnen vermöchten. Gegen alle Erfahrungen würde es aber sein, wenn man die Erscheinung, dass nach Entfernung des Widerstandes der Blutdruck rasch sinkt, daraus erklären wollte, dass das Herz seine Reizbarkeit wieder eingebüsst habe. Hiezu wäre

Blutdruck. Darauf zogen wir die Schlinge um die *V. portarum* bis zum vollkommenen Verschlusse derselben zu und bestimmten sowohl unmittelbar nachher als auch einige Minuten später den Druck. Hierbei ergab sich z. B., dass der Druck, welcher vor der Unterbindung der Pfortader 93 Millim. *Hg* betragen hatte, 7 Sec. nach derselben auf 61 Millim. und 90 Sec. später auf 50 Millim. herabkam. Als wir dann die Pfortader wieder öffneten, erhob sich der Druck rasch, überstieg in einigen Schwankungen seinen ursprünglichen Werth und langt nach 50 Sec. wieder auf 94 Millim. an. Diese Versuche haben wir wiederholt angestellt und wir sahen bei ihnen in demselben Zeitraume noch grössere Druck-Erniedrigungen eintreten. Wie beim Kaninchen, so gelingt er auch beim Hunde, nur mit dem Unterschiede, dass der Druck langsamer sinkt. Der Druck sinkt unmittelbar nach der Pfortaderunterbindung offenbar darum rascher ab als später, weil anfangs der grösseren Spannung entsprechend auch mehr Blut in das abgeschlossene Unterleibssystem entleert wird. Aber obwohl das Einströmen des Blutes in die Unterleibsgefässe mit dem Sinken des Aortendruckes sich mindert, so hört es doch nicht vollkommen auf. Dieses erkennt man daran, dass nach einer vollkommenen Unterbindung der *V. portar.* die Lippen und die Zunge der Thiere blasser und blasser werden, und dass dieselben nach dem Verlaufe von einer bis mehrere Stunden unter den Krämpfen, wie sie bei der Blutleere des Hirnes eintreten, zu Grunde gehen. Wie niedrig also auch der Druck in der Aorta werden mag, immer noch reicht der Arteriendruck hin, um die Spannung in den Unterleibsvenen zu überwinden. Es würde, wie uns scheint, von Belang sein, diesen Versuch an der Pfortader weiter zu verfolgen und denselben auch auf andere Gefässbezirke auszudehnen. Für die Beurtheilungen einiger bekannter Symptome, die bei Unterleibshyperämien und Entzündungen einzutreten pflegen, scheint er unmittelbar zu verwenden zu sein.





Zur Histologie der Lymphdrüsen.

Von Dr. N. Kowalewsky aus Kasan.

(Mit 1 Farbentafel.)

Den Bemühungen der neueren Zeit verdanken wir eine gründlichere Erkenntniss von der Structur der Lymphdrüsen. Nichts desto weniger finden wir einige Punkte, über welche die Angaben der verschiedenen Schriftsteller nicht übereinstimmen, und dies gilt namentlich von der Structur der Medullarsubstanz und von der Art und Weise, wie sich hier die Drüsensubstanz von den Lymphräumen abgrenzt. His und W. Müller haben von Neuem die Aufmerksamkeit auf die Erledigung der genannten Fragen gewendet, insbesondere war His durch die Epithelien der Lymphwege angeregt worden, welche Recklingshausen beschrieben hat; W. Müller aber durch die Verschiedenheit der Angaben, welche von His und Frey über die Medullarsubstanz gemacht worden sind. Da ich selbst einige Thatsachen, die sich auf jene Fragen beziehen, besitze, Thatsachen, welche ich während des Winters $18^{62}/_{63}$ bei meinem Aufenthalte im Laboratorium von Prof. Brücke gesammelt habe, so will ich dieselben hier zusammenstellen und sie mit den Angaben anderer Beobachter vergleichen.

Die Lymphwege habe ich an Drüsen untersucht, an denen theils die Blutgefässe, theils die Lymphwege injicirt waren. In Rücksicht auf Letztere waren mir namentlich ein paar Halsdrüsen von Hunden von Nutzen, die ich von Herrn Prof. Ludwig erhielt, der sie ganz besonders vollkommen mit einer mit löslichem Berlinerblau gefärbten Leimmasse angefüllt hatte. Die mikroskopischen Schnitte wurden theils ausgepinselt, theils nicht ausgepinselt, theils imbibirt, theils nicht imbibirt untersucht. Zur Imbibition habe ich ausser karminsaurem Ammoniak, namentlich eine weingeistige Safrantinctur angewendet. Ausser Drüsen vom Hunde, habe ich solche vom Rinde,

vom Fuchse, vom Kaninchen, vom Meerschweinchen und von der Katze untersucht.

Die Marksubstanz der Lymphdrüsen besteht bekanntlich aus einem Balkenwerk, zwischen welchem sich die Lymphräume hinziehen. In den Räumen sind bindegewebige Netze ausgespannt, welche sich jederseits an den Balken festheften, so dass die Lymphe die Maschen dieses Netzwerkes passiren muss und die Netze ihrerseits verhindern, dass die Lymphräume über ein gewisses Mass ausgedehnt werden können. Man ist wohl jetzt allgemein von der einmal angeregten Vorstellung zurückgekommen, dass die Fäden des Netzes selbst ein besonderes Canalsystem bildeten, welches mit dem Lymphstrome im Zusamenhange steht. Nichts desto weniger will ich nicht unerwähnt lassen, dass ich mich mit allen Hilfsmitteln der Injection und Imbibition überzeugt habe, dass die Lymphe die Fäden und Knoten des Netzes nur äusserlich bespült. Selbst wo die Lymphwege noch so vollständig mit löslichem Berlinerblau angefüllt waren, fand sich nach Wegnahme desselben aus den Maschenräumen das Netz selbst vollkommen uninjicirt. Was nun die Balken anlangt, so muss man von denselben bekanntlich zwei Arten unterscheiden, von denen die einen blosse Bindegewebsstränge mit einem oder mehreren Blutgefässen sind, die anderen aber bei weitem dickeren eine grosse Menge von zelligen Elementen enthalten. Diese letzteren sind es, welche von His, wie wir später sehen werden, mit Unrecht als Drüsenschläuche bezeichnet werden. Frey entfernt sich sogar so weit von der Wirklichkeit, dass er sie für röhrige Gebilde hält, in welchen die zelligen Elemente beweglich seien. Auch W. Müller, der die von His beschriebene fasernetzartige Begrenzung und die inneren Fasernetze gegen Frey's angebliche röhrenförmige homogene Membran vertheidigt, nennt dennoch diese Gebilde, an denen nichts röhrenförmiges ist, ohne Unterlass Lymphröhren.

Eine viel richtigere Vorstellung von der Drüsensubstanz hat Recklinghausen ausgesprochen, indem er sie als ein Gewebe beschreibt, das grosse Analogien mit den verschiedenen Bindegewebsarten hat, welche nur nach dem gegenseitigen Verhältnisse der Zellen oder Kerne und der Bindesubstanz sich von einander unterscheiden und eine ganze Reihe von Übergangsformen im thierischen Körper bilden. Diese klar ausgesprochene Ansicht hat,

wie es scheint, einen gewissen Einfluss auf die später erschienene Arbeit von His gehabt, indem der letztere hier wenig Werth auf die früher von ihm ausgegangene Nomenclatur gelegt hat.

In der That sind diese Gebilde solide Balken, welche aus zelligen und faserigen auch plattenartigen Elementen aufgebaut sind. Das Ansehen eines Schlauches oder einer Röhre erhalten dieselben nur, wenn man durch Auspinseln die Zellen gewaltsam aus ihren Verbindungen reisst und dann die sich an einander schliessenden Contouren der faserigen und plattenartigen Gebilde, wie dies so oft geschieht, fälschlich als Ausdruck einer Grenzmembran deutet. Dass eine solche nicht vorhanden ist, lässt sich am unwiderleglichsten durch eine Wahrnehmung beweisen, welche allen früheren Beobachtern entgangen ist. Es führen nämlich von der äusseren Oberfläche hier in sehr grosser Ausdehnung enge Wege in das Innere der Balken hinein, Wege, in welche die Injectionsmasse, welche man in ein einführendes Gefäss der Drüse spritzt, eindringt, wenn sie nur eben fein genug ist. Diese Wege beginnen an der Oberfläche mit dreieckigen Öffnungen zwischen den äussersten Zellen und dringen von da an äusserst eng und unregelmässig gestaltet mit zahlreichen eckigen Vorsprüngen in die Tiefe. Sie liegen im Allgemeinen zwischen den Zellen wie die Lücken in einem Kugelhaufen zwischen den Kugeln, nur dass sie eben nicht wirklich bis an die Zellen selbst reichen; denn wenn man diese letzteren herauspinselt, so liegen sie, wie die darin befindliche blaue Injectionsmasse nachweist, noch unverletzt in dem zurückbleibenden Gerüste. Es ist als ob die Zellen in becherförmigen nach aussen zu mit einander theilweise verwachsenen Hüllen eingeschlossen wären, zwischen welchen sich diese Wege in das Innere eröffneten. Es vereinigt sich dieses gut mit der Vorstellung einer Zellenvegetation in und auf einer gefässreichen Matrix, deren Ganzes mit Einschluss der producirten Zellen den Balken darstellt; aber es ist keinerlei Grund vorhanden, ein solches Gebilde als einen Schlauch oder als eine Röhre zu bezeichnen, womit es nichts gemein hat.

Die ovalen Kerne, welche von denen der runden zelligen Elemente der Balken sehr deutlich verschieden, mit den sich an sie schliessenden Contouren so leicht für Bestandtheile einer kernhaltigen Grenzmembran gehalten werden können, gehören keiner solchen an, sondern einem oberflächlichen Netze, welches das Stützgewebe der

Balken mit den in den Lymphwegen ausgespannten Netzen verbindet (s. His und W. Müller).

Die Injection der feinen Räume der Drüsensubstanz war in meinen Präparaten am vollständigsten in den in der Nähe des Hilus gelegenen Balken.

In den corticalen Verdickungen der Drüsensubstanz (Drüsenelemente von Brücke, Ampullen von His) habe ich die injicirbaren Räume zwar ebenfalls bemerkt, aber die Injectionsmasse drang weder weit in das Innere, noch bildete sie ein so scharfes und deutliches Netz, wie in den Medullartrabekeln.

Erklärung der Tafeln.

Fig. 1. Schnitt aus der Corticalsubstanz von einer Halsdrüse vom Hunde. Eintrittsstelle der vasa afferentia; die letzteren wie die Lymphbahnen der Corticalsubstanz blau injicirt.
a Hülle der Drüse.
b feinste Balken.
c die corticalen Verdickungen der Drüsensubstanz (Drüsenelemente, Brücke. Ampullen, His).
d vasa afferentia.
e peripherische Lymphbahnen der Corticalsubstanz.

„ 2. Ein Theil der Marksubstanz. Aus der Mitte derselben Drüse.
a grössere Arterie, einen Ast abgebend mit starker bindegewebiger Adventitia.
b zelliger Balken (Drüsensubstanz von His) mit den feinen injicirten Lymphwegen im Inneren.
c die mit blauer Masse erfüllten grösseren Lymphbahnen.
d Bindegewebsbalken dünnerer Art.

„ 3. Die Marksubstanz nahe dem Hilus.
a grosses Blutgefäss mit seiner Adventitia. Ähnliche kleinere in der Masse vertheilt. Ausserdem sieht man die Querschnitte von einer Menge von zelligen Balken (Drüsenschläuche von His) und zwischen ihnen die mit blauer Masse erfüllten Lymphbahnen.

„ 4. *a* Bindegewebsbalken.
b Lymphbahn mit ihren Netzen. Die Injectionsmasse theilweise ausgepinselt.
c zelliger Balken, gleichfalls theilweise ausgepinselt.

Kowal



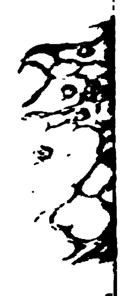


Fig. 5. Oberflächlicher Schnitt aus einem zelligen Balken, stärker vergrössert, um das Verhältniss der Zellen zum Stützgewebe und zu den zwischen demselben verlaufenden feineren Lymphwegen zu zeigen. Letztere mit blauer Masse gefüllt.

„ 6. Ausgepinselter zelliger Balken einer Mesenterialdrüse vom Fuchs. Das Gewebe mit karminsaurem Ammoniak infiltrirt.

a Blutgefäss blau injicirt.

b, *b* blaue Masse, welche durch Extravasation aus den Blutgefässen in die Lymphbahnen übergegangen war. Man sieht an den betreffenden Stellen das Eindringen in die feineren Wege innerhalb des Balkens.

c Grenzschicht zwischen Balken und Lymphraum mit den charakteristischen längs gelagerten Kernen.

XII. SITZUNG VOM 28. APRIL 1864.

Das hohe Curatorium übermittelt, mit Zuschrift vom 26. April, den, in Folge des von der kais. Akademie der Wissenschaften gestellten Ansuchens, für das c. M. Herrn Prof. Dr. K. Peters, zu seiner bevorstehenden wissenschaftlichen Bereisung der Dobrudscha und der östlichen Balkangegenden, erwirkten grossherrlichen Ferman nebst vier Veziral-Schreiben an die Statthalter von Rustschuk, Tultscha, Varna und Widdin, so wie ein offenes Vorschreiben des h. k. k. Ministeriums des Äussern an die k. k. Consular-Ämter in Bulgarien.

Herr Hofrath W. Haidinger übersendet einen Bericht über den „Meteorfall bei Trapezunt am 10. December 1863", nebst einer „Notiz über ein Meteoreisen in der Universitäts-Sammlung in Zürich", von Herrn Prof. Dr. A. Kenngott.

Herr Dr. G. Wertheim, Docent der Dermatologie an der Wiener Universität, legt eine Abhandlung „über den Bau des menschlichen und thierischen Haarbalges" vor.

Herr Dr. S. Stricker, Assistent am physiologischen Institute und Privatdocent an der Wiener Universität, überreicht „Mittheilungen über die selbständigen Bewegungen embryonaler Zellen".

Herr Dr. Mac. Gillavry, Oberarzt in Holländisch-Ostindien, bespricht seine, im physiologischen Institute der k. k. medicin.-chirurg. Josephs-Akademie ausgeführten Untersuchungen „zur Anatomie der Leber".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei: Atti. Anno XVI. Sess. 3ª—8ª. Roma, 1863; 4º.

Annales des mines. VIᵉ Série. Tome IV. 6ᵉ Livraison de 1863. Paris, 1863; 8º.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1471. Altona, 1864; 4º.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LVIII, No. 14—18. Paris, 1864; 4°.

Cosmos. XIII° Année, 24° Volume, 17° Livraison. Paris, 1864; 8°.

Czirniański, Emil, Neue chemische Theorie, durchgeführt durch alle unorganischen Verbindungen in allgemeinen Formeln. Krakau, 1864; 8°.

Gaddi, Cav. Paolo, Iperostosi scrofulosa cefalo-vertebrale e cefalo-sclerosi rachitica. Modena, 1863; Fol.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt. Jahrgang 1864, Heft III. Gotha; 4°.

Mondes. 2° Année, Tome IV, 16° Livraison. Paris, Tournai, Leipzig, 1864; 8°.

Moniteur scientifique. 176° Livraison. Tome VI°, Année 1864. Paris, 4°.

Parlatore, Filippo. Intorno due dissertazioni botaniche di Michelangelo Poggioli. Roma, 1864; 8°.

Radcliffe Observatory: Astronomical and Meteorological Observations made in the year 1861. Vol. XXI. Oxford, 1864; 8°.

Reader. No. 69, Vol. III. London, 1864; Folio.

Société Impériale de Médecine de Constantinople: Gazette médicale d'orient. VII° Année, No. 12. Constantinople, 1864; 4°.

Volpicelli, Paolo, Sulla elettrostatica induzione. Ottavo communicazione. (Estr. dagli Atti della Accad. de' Nuovi Lincei, tomo XVI.) Roma, 1863; 4°.

Wiener medizinische Wochenschrift. XIV. Jahrgang, Nr. 17. Wien, 1864; 4°.

Ein Meteorfall bei Trapezunt am 10. December 1863.

Bericht von dem w. M. W. Haidinger.

Schon am 7. Februar hatte ich die erste Nachricht von diesem Ereignisse von unserem hochgeehrten Freunde Herrn Director J. F. Julius Schmidt in Athen erhalten.

Die Nachricht war aus der zu Constantinopel erschienenen Zeitung *Βυζαντίς* in das athenische Blatt *παλιγγενεσία* Nr. 310 übergegangen. Am $\frac{1}{8}$°. December, drei Tage nur nach dem Falle von Tourinnes-la-Grosse, sollte man um den Ort Kol und Sarli, um Kazà Bakphi Kephir zuerst ein kanonenschussähnliches Getöse vom Himmel gehört haben, worauf eine feurige Masse am Bache, $^1/_4$ Stunde vom genannten Kazà entfernt, niederfiel. Ähnliches bei dem Orte Juesil, in dem Thal der Ilegkia heisst, wo zwei feurige Massen niederfielen. Auch von Ulu Bey wird Gleiches berichtet. Das Meteor warf an seinem Umfange Feuer aus, wie eine Rakete. Das Getöse glich vielen, zugleich abgefeuerten Kanonen, und dauerte einige Minuten. Man hörte das Getöse weithin in einem Umfange von 24 türkischen Reitstunden. Es war dies Alles zwar nicht hinlänglich, um als genügender Bericht zu gelten, aber allerdings anregend genug, um Nachforschungen zu veranlassen. Herr Director Schmidt wollte sich selbst, namentlich auch an Seine Excellenz den Herrn k. k. Internuntius Freiherrn v. Prokesch-Osten, nach Constantinopel wenden.

Aber auch von unserer Seite konnte an der Anregung zu ferneren Erhebungen Theil genommen werden. Herr Director Hörnes schrieb für das k. k. Hof-Mineralien-Cabinet an Freiherrn von Prokesch, während ich die freundliche Mitwirkung des k. k. Regiments- und Hospitalarztes in Pera, Herrn Dr. Franz Schwarz, Mitgliedes der k. k. geographischen Gesellschaft, mir erbat, und auch eine Anfrage an den k. k. Consul in Trapezunt einschloss. Bis Constantinopel sind nämlich in österreichischer Hand die Post-

verbindungen gut, aber darüber hinaus ist wohl noch weniger vollständig gesorgt. Ein neuer k. k. Consul, Herr Karl Dragorich, war in letzter Zeit als Nachfolger des Herrn A. Lenk v. Wolfsberg eingetreten. Umgehend erhielt ich die zustimmende Bereitwilligkeit der beiden hochgeehrten Herren. Durch dieselben auch die Nachricht, dass unser hochgeehrter Herr College der philosophisch-historischen Classe seiner einflussreichen Stellung entsprechend, die Angelegenheit in Schutz genommen.

Am 23. April sehe ich mich nun hoch erfreut durch freundliche Mittheilung von Herrn k. k. Consul Dragorich mit Beilage von Angaben über den Fall und von Bruchstücken der Masse, welche als Ergebniss des Falles nach Trapezunt gebracht worden war.

Es war erst nicht ganz leicht gewesen, den Verfasser des Artikels in der Βυζαντίς in Erfahrung zu bringen. Der griechische Arzt Dr. Metaxa gab indessen sodann die bezüglichen Auskünfte, welche mir in französischer Übersetzung aus dem Griechischen heute durch freundliche Vermittlung von Herrn Consul Dragorich vorliegen.

Statt des 10. ist der 14. December gegeben, die Zeit gegen 3 Uhr Morgens, Ort der ersten Erscheinung N³/₄O. (im Manuscript B³/₄A.), Bewegung in der Richtung gegen Westen zu, in 41° 2′ Breite und 37° 33′ Länge von Paris (39° 52′ Greenw., 57° 33′ F.); der Himmel theilweise wolkenleer, Wind aus Nordost, Temperatur im Zimmer kaum 5° R. Das Meteor wurde nach einander gesehen von den Bewohnern des Dorfes Samarouitza, dann bei Hots, Oxia, Ogly und Inly, und fiel in einen Wald nahe dem letzteren Orte. Die Höhe über dem Meere wird beim ersten Erscheinen auf 1500 Meter geschätzt, der Zug bis zum Falle auf 45° Neigung. Es wird beschrieben zuerst als ein kleiner schwarzer Fleck, umgeben von einem röthlichen Scheine *(auréole rougeâtre)*. Später umgab nur ein dunkler leuchtender *(lumière sombre)* elliptischer Schein den schwarzen Fleck, dagegen sah man einen umrandeten sehr schwarzen Schweif. Die Entfernung von Samarouitza bis Inly ist etwa 20.000 Kilometer (26 Meilen).

Das Getöse war furchtbar, aber die Bewegung nicht gleichförmig, sondern abwechselnd schneller und langsamer.

Ein grosses Loch *(un énorme trou)* in der Erde war sichtbar, nach dem Zeugnisse der Bauern von Inly, wo das Meteor

niedergefallen war und das Getöse dabei so furchtbar, wie wenn hunderte von Kanonen zugleich abgeschossen würden.

Der Schreiber des Briefes war selbst in Hotz und Ergalios und hatte Alles in übereinstimmenden Aussagen vernommen. Bald nach dem Falle trat ein starker Schneefall ein. Ein anderer Arzt, Michel, besuchte von Tripoli aus das Dorf Inly, doch des Schnees wegen nicht die Fallstelle, aber bestätigte übrigens die oben gegebenen Aussagen.

Am 9. März verfügte sich Herr Michel, von drei Bewohnern von Inly begleitet, an die Fallstelle. Alles rund herum war verbrannt und geschwärzt. In der Mitte lag ein ziegelähnlicher Körper, bedeckt mit Koth *(boue)* und verbrannten Stoffen *(matières brulées)*. Noch ein paar kleine ähnliche Körper wurden gefunden. Die Bauern nahmen sie weg, um sich ihrer als Talisman zu bedienen.

Der Schreiber hatte den Körper kürzlich erhalten und hielt ihn, als ganz ziegelähnlich, für gebrannten Thon. Im Innern war ein anderer Körper wie ein Kern, der in dem erdigen Umschluss steckte. Man bemerkte glänzende Theilchen in einem wie dem andern. Er fand in demselben einen Eisengehalt.

Obiges ist der Auszug des Thatsächlichen aus zwei Briefen vom 14. December 1863 und vom 22. März 1864 von Trapezunt datirt, aber ohne Unterschrift.

In der Überschrift wählte ich von den beiden Angaben den 10. December, da doch der Brief, der von mehreren Angaben von entfernteren Orten spricht, wahrscheinlich um einige Tage später als die Erscheinung stattfand, geschrieben wurde. Überhaupt bleibt Manches in den Angaben zu wünschen übrig, auch stimmen die Namen der Orte gar nicht überein, und ich konnte auch keinen auf den Karten finden, welche ich zu diesem Zwecke verglich. Nach den mir vorliegenden Karten hat Trapezunt 41° N. B. und 57° 27′ O. L. Ferro.

Eine Masse kam als „Aërolith" in den Besitz des Herrn Dr. Metaxa nach Trapezunt, sie hat etwa 6 Zoll im Durchmesser. Herr Consul Dragorich erhielt ein Bruchstück desselben, wovon er den grösseren Theil an Freiherrn v. Prokesch sandte, auch eine Probe an den königl. preussischen Consul Herrn Dr. Blau abgab. Ich selbst verdanke ihm mit der Bestimmung für das k. k. Hof-Mineraliencabinet 3²/₈ Loth der „Rinde", ²/₈ Loth des „Kerns".

Herr Dr. Metaxa beabsichtigt den grössten Theil demnächst selbst nach Athen zu bringen.

Was lässt sich aber nun über die vorliegende Masse sagen, welche ich im Vorhergehenden absichtlich nicht als einen unbezweifelbaren Meteoriten bezeichnete. Es war von Rinde und Kern die Rede. Die erste, etwa 3 Zoll lang, $1\frac{1}{2}$ Zoll breit, 1 Zoll dick, ist gegen aussen etwas mehr rundlich, aber keineswegs mit Schmelzrinde überzogen, sondern rauh, noch mehr im Innern, ganz ähnlich einem groben, scharf getrockneten oder oberflächlich verglühten, stark eisenschüssigen Thon, röthlichbraun, aussen mehr bräunlich roth, zum Theil zerborsten, aber mit zahlreichen, sandartigen Einschlüssen mit metallischem Glanze. Diese letzteren aber nicht etwa Eisen, sondern vollkommen gut erkennbare, bis gegen eine Linie im Durchmesser haltende Bruchstücke des so charakteristischen strahligen Pyrolusits, eisenschwarz, weich mit schwarzem Striche, auch der charakteristischen Reaction vor dem Löthrohre mit Soda auf dem Platinblech. Ähnliches ist noch nicht von meteorischer Abkunft gesehen worden. Auch möchte ich lieber den Ursprung dieses Stückes in der Umgegend suchen.

Was der Kern genannt wird, ist etwas problematisch, doch ebenfalls ganz abweichend von etwas Meteoritischem. Er ist ein mehr schaumartiges, zwischen den Fingern zerreibliches Gestein, voll blasenähnlichen Hohlräumen von dunklerer graubrauner Farbe, aus feinsten Krystalltheilchen oder Splittern bestehend, im Ganzen gewissen Bimssteinarten nicht unähnlich. Im Innern einzelne, aber wohl sehr kleine gelbliche durchsichtige Krystalle mit glatten Flächen, vielleicht Olivin, dann wieder ein deutliches Bruchstück scharfkantig, ähnlich dem Braunit, auch mit der Manganreaction. In diesem Kerne kein Pyrolusit gefunden. Die Zusammensetzung dieses Körpers ist allerdings ziemlich ungewöhnlich.

Es steht zu erwarten, dass nun doch auch mehr Stoff zur näheren Forschung sich finden wird, als die gegenwärtige Menge von nur $\frac{3}{8}$ Loth oder 7 Grammen. Vielleicht finden sich doch noch mehrere Gemengtheile, welche Anhaltspunkte zu sicheren Schlüssen geben. Es könnte der Fall gewesen sein, wenn schon die Anwohner des Fallortes Liebhaber von Talismanen sind, dass sie die eigentlich gefallene Masse längst zerstückt und in Sicherheit gebracht hatten, bevor eine Nachfrage geschah, und dass man als

Herr Dr. Michel sich mit den drei Bauern an den Ort verfügte, nur etwa dasjenige fand, was zunächst gelegen hatte.

Bei der in neuester Zeit, namentlich von Alexander Herschel aufgestellten Ansicht, dass Sternschnuppen aus staubartigen Theilen bestehen dürften, könnte man wohl auch einen so zarten Zusammenhang, wie die Masse von Inly sie hat, nicht als unbedingt ausgeschlossen betrachten, aber doch wäre bessere Beglaubigung der Echtheit wünschenswerth.

Wenn ich auch hier weder unbedingt dem widersprechen möchte, dass diese Massen, wie sie hier vorliegen, meteorisch sein können, so möchte ich doch auch keinesweges der Angabe, dass sie wirklich Bruchstücke eines herabgefallenen Meteors sind, unbedingt Glauben beimessen.

Doch musste es als meine Pflicht erscheinen, sobald es nur immer möglich war, von dem Falle selbst Nachricht zu geben, und über dasjenige Bericht zu erstatten, was ich den freundlichen Bemühungen hochgeehrter Gönner verdanke. Waren es nicht die gewöhnlichen Ergebnisse, so regen sie um so mehr unsere Wissbegierde auf, um über einen zweifelhaften Fall zur Klarheit zu kommen.

Notiz über ein Meteoreisen in der Universitäts-Sammlung in Zürich.

Von Prof. Dr. A. Kenngott.

Bei der Durchsicht solcher Minerale, welche im Laufe der Jahre zum Theil absichtlich, zum Theil durch Zufall im Bereiche der mineralogischen Sammlung der Universität in den Hintergrund gedrängt worden waren und nun wegen des bevorstehenden Einzuges in den Neubau nach und nach wieder an das Licht kamen, fiel mir ein Stück Eisen auf, welches die Etiquette: „gediegenes Eisen sehr rar, aus Steiermark. E. N. 1. führte und mich sofort auf den Gedanken brachte, dass ich es hier mit einem Eisen meteorischen Ursprunges zu thun hätte. Das Exemplar stammt aus dem vorigen Jahrhundert, über die Acquisition ist nichts aufzufinden gewesen.

Nach sorgfältiger Säuberung erwies sich das Stück als ein zackiges Eisen, welches ziemlich innig mit einem oder vielmehr zwei Silicaten verwachsen ist, deren körnige Krystalloide klein sind und an einzelnen Stellen beim früheren Zertheilen herausgebrochen, Abdrücke von Krystallflächen hinterlassen haben. Das Eisen ist gegenwärtig von aussen nach innen stark in Brauneisenerz umgewandelt, so dass man dasselbe nur an einzelnen Stellen, den Spitzen der Zacken sah, wo diese abgebrochen waren. Auch durch die Oxydation, welche lange Zeit gehabt haben musste, bevor das Stück in die Hände eines Sammlers kam, war es zum Theil zerborsten, ohne wegen des Zusammenhaltes des Eisens zerfallen zu können. Dem Aussehen nach zu urtheilen, ist das 166 Gramme schwere, etwa 67, 40 und 30 Millimeter nach den Hauptrichtungen messende unregelmässig gestaltete Stück ein von einer grösseren Masse getrenntes, welches wegen der Zerklüftung in Folge der Oxydation und wegen der zackigen Beschaffenheit des Eisens getrennt werden konnte, ohne dass Hammer oder Meissel gebraucht wurde. Jedenfalls hatte die stark vorgeschrittene Oxydation des

Eisens den Zusammenhang so vermindert, dass die Trennung ohne sichtliche Spuren der Werkzeuge vor sich gegangen war.

Das Eisen, welches etwa die Hälfte der Masse betragen mag, machte ich besser an einer Stelle sichtbar, indem ich das Stück abschliff, wodurch das metallische Eisen in vereinzelten grösseren oder kleineren Stellen auf dem schwarzbraunen Grunde des Brauneisenerzes hervortrat. Die angeschliffene Stelle ätzte ich mit Salpetersäure und es zeigten sich dabei sogleich unzweifelhaft die silberweissen starkglänzenden Leisten auf mattem geätztem Grunde, die, wären die entblössten Eisenstellen grösser, ausser schon jetzt erkenntlichem Parallelismus, auch bestimmte Wiedmannstätten-sche Figuren ergeben würden. Die geätzten Stellen sprechen zunächst für meteorischen Ursprung und weil auch der Nickelgehalt nachzuweisen war, was ja bei problematischen Vorkommnissen zur Entscheidung beiträgt, so prüfte Herr Vincenz Wartha eine Probe des Eisens auf Nickelgehalt und fand denselben bei zwei Versuchen vollkommen bestätigt.

Was das, oder vielmehr was die zwei mit dem Eisen verwachsenen Silicate betrifft, so würde man beim ersten Anblick meinen, es sei hier, wie bei anderen Eisenmeteoriten Olivin mit dem Eisen gemengt; bei genauerer Betrachtung dagegen fand ich, dass man zwei grüne Silicate zu unterscheiden habe, ein dunkleres, dessen Grün etwas in's Grau zieht, und ein helleres, dessen grüne Farbe bis in's Grünlichgelbe übergeht. Anfangs glaubte ich auch, es sei diese verschiedene Nuancirung der Farbe eine mehr zufällige, wie es ja öfter bei körnigen Krystalloiden desselben Minerals an demselben Handstücke wahrgenommen werden kann, oder auch die Folge der chemischen Veränderung, welche mit der Oxydation des Eisens auch das Silicat betroffen hätte, doch überzeugte ich mich durch die Spaltungsflächen, welche bei dem dunkleren zwei vollkommene rechtwinkelige oder nahezu rechtwinkelige sind, dass zwei Silicate vorhanden sind. Hiernach würde ich annehmen, dass neben dem helleren gelblichgrünen Olivin, das andere Silicat mit dunkler Farbe und den zwei vollkommenen Blätterdurchgängen, Magnesia-Augit oder Enstatit sei, welches, wie die Analysen verschiedener Meteorsteine gezeigt haben, häufig gleichzeitig mit Olivin vorkommt, gerade wie auch in Basalten und Laven Augit mit Olivin im Gemenge angetroffen wird.

Ausser den bereits oben erwähnten Abdrücken einzelner Flächen körniger Krystalloide sieht man an zwei Stellen etwas Magneteisenkies oder Pyrrhotin eingewachsen. Von einigem Interesse ist schliesslich auch der auf der Etiquette angegebene Preis 1 fl. 54 kr. C. M., welcher bei der Schwere dieses Stückes darauf hinweist, dass dasselbe zu einer Zeit angekauft wurde, wo man die Meteoreisen und ihren Werth nicht kannte, und wo man, davon abgesehen, noch sehr die Kreuzer bei den Preisen berücksichtigte.

Bemerkungen über das von Herrn Professor Kenngott in der Züricher Universitäts-Sammlung aufgefundene Meteoreisen.

Von dem w. M. W. Haidinger.

Gerne entspreche ich dem Wunsche meines hochgeehrten Freundes, des Herrn Directors Hörnes, übereinstimmend mit der Absicht des Herrn Verfassers, die vorstehende Notiz sowohl der hochverehrten Classe vorzulegen, als auch diese Notiz mit einigen Bemerkungen zu begleiten.

Die Darstellung selbst ist ein neuer Beweis, wenn es deren bedürfte, des scharfen Auges und der immerwährenden Aufmerksamkeit unseres trefflichen Freundes Kenngott. Sie ist eine wahre Bereicherung unserer Forschungen in dem Fache meteoritischer Studien.

Wir versäumten nicht Kenngott's Wunsche, in seinem Begleitschreiben an Hörnes entsprechend, „das Eisen an seiner dickern Seite durchschneiden zu lassen". Das gab dann auch einen glänzenden Aufschluss nicht nur über seine unzweifelhaft meteoritische Natur, sondern auch der vollkommenen Ähnlichkeit wegen auch darüber, wohin er eigentlich am nächsten bezogen werden sollte. Die Aufschrift des Fundortes: „gediegenes Eisen sehr rar, aus Steiermark", dürfte wohl auf einem Missverständnisse beruhen. Wenigstens ist bisher von einem solchen Eisen aus Steiermark

nichts bekannt geworden. Dagegen zeigt das Eisen aus der Sammlung von Zürich die vollständigste Übereinstimmung mit dem alten sächsischen Eisen von Steinbach zwischen Johann Georgenstadt und Eibenstock, über welches schon Chladni berichtete (Über Feuermeteore, S. 326) und um dessen Auffindung in verschiedenen Sammlungen unser verewigter College Partsch sich so viele Verdienste erwarb. Es stimmt auch mit den die gleiche Structur besitzenden Eisenmassen, von Rittersgrün durch Breithaupt beschrieben und von Breitenbach in Böhmen überein, welche in neuester Zeit aufgefunden wurden. Auf den Unterschied in der Structur von dem Pallaseisen, das wieder mit Atacama und Brahin näher übereinstimmt, hatte Partsch zuerst aufmerksam gemacht. (Die Meteoriten u. s. w. S 91.) Die Silicatkrystalle, von welchen Kenngott ein lichteres (Olivin) und ein dunkleres (Augit, Enstatit) unterscheidet, sind erst mit einer Lage Eisen der Oberfläche entsprechend überzogen und zwischen den auf solche Weise umsäumten mit Eisen erfüllten Räumen gibt dieses die vollständigsten Widmanstätten'schen Ätzfiguren. Freiherr v. Reichenbach hat diese Structur später in Poggendorff's Annalen eingehender noch beschrieben.

Mittheilungen über die selbstständigen Bewegungen embryonaler Zellen.

Von Dr. S. Stricker,
Assistenten am physiologischen Institute und Privatdocenten an der Wiener Universität.

Im Jahre 1840 stellte Reichert [1]) den wichtigen Satz auf, dass die aus der Furchung des Dotters resultirenden Theilchen schon als Zellen angesehen werden müssen. Die Furchungskörperchen treiben nämlich nach Zusatz von Wasser eigenthümliche buckelartige Vorsprünge heraus, welche sich vom umgebenden Medium nur durch die Verschiedenheit des Brechungsindex unterscheiden; das waren und sind für Reichert durch Diffusion abgehobene Zellenmembranen. Die Furchungskugeln haben ausserdem einen Kern und einen Inhalt und somit im strengsten Sinne alles was man von Zellen fordern kann.

Es kann heute Niemandem einfallen, die Zellennatur der Furchungskugeln in Abrede zu stellen. Aber eben aus diesem Grunde muss wieder die Frage aufgenommen werden, ob denn die genannten buckelartigen Vorsprünge wirklich Zellenmembranen, und wenn nicht, wodurch jene zu begründen sind.

Wenn so junge Zellen, wie die in Rede stehenden, schon abhebbare Membranen besitzen, dann ist hier das stärkste Argument gegeben, welches sich gegen die neuen Zellentheorien aufbringen lässt; dann kehren wir vielleicht trotz aller Gegengründe zu Remak zurück, welcher angibt, dass die Dotterhaut Fortsätze in den Dotter hineinschicke und so die Furchungskugeln abgrenze.

Betrachten wir unser Object etwas aufmerksamer, so erscheint hier die Annahme einer Membran von vorneherein nicht sehr plausibel. Eine Furchungskugel von Rana in Wasser gebracht, treibt in der Regel an einem grösseren oder geringeren Theile ihres Umfanges

1) Entwickelungsleben im Wirbelth. Berlin.

einen structurlosen Buckel auf. Nicht selten verändert dieser seine Gestalt, schiebt seine Masse über derselben Basis nach rechts oder links, wird an der Oberfläche sattelartig eingeschnitten, ja er rückt oft ganz und gar an eine benachbarte Stelle, oder wird wieder eingezogen. Zumeist schieben sich ferner die Körnchen oder Blättchen des Dotterkörperchens in den Buckel hinein und das Resultat ist, eine Formveränderung der Zelle. Kurz darauf tritt der Buckel an einer andern Stelle auf, der ganze Vorgang wiederholt sich mit grösserer oder geringerer Abweichung von Neuem, und das Körperchen hat abermals seine Form verändert. So wiederholt sich dieses Spiel mehrere Male, bis die Zelle endlich zerfällt.

Wie soll nun, kann man fragen, eine Membran beschaffen sein, die dem Auge keine Ungleichartigkeiten bietet, durch Diffusion aber immer nur stellenweise aufgetrieben wird; worin sollen ferner die Gestaltveränderungen der ausgebuchteten Theile und ihr Zurückziehen begründet sein.

Auch die weiteren Beweise, welche Reichert zu Gunsten der Membran anführte, können einer genaueren Prüfung kaum Stand halten. Die Blättchen und Körnchen, welche die Hauptmasse der Zelle ausmachen, werden zuweilen durch einen hellen Contour scharf abgegrenzt. Wenn dieser an einer Stelle unterbrochen wird, fliessen die Plättchen aus einander. Aber es ist immer nur ein Contour, der bekanntlich zum Nachweise einer Membran nicht hinreicht.

Es ist mir indessen nicht darum zu thun, allgemein bekannte Negationen vorzuführen, sondern die Frage mit positiven Thatsachen zu beantworten.

Die in Rede stehenden Zellen zeigen ganz ähnliche Veränderungen, auch wenn ihnen gar kein Reagens zugesetzt wird.

Ich befreie ein Ei von *Rana temporaria* von der Gallerthülle, zerreisse auf dem Objectträger rasch die Dotterhaut und bringe es nach dem Vorgange von Reklingshausen unter dem Schutze eines Cylinderglases zur mikroskopischen Beobachtung. Um das Präparat noch besonders vor Verdunstung zu schützen, passe ich auf den Cylinder ein Papierblatt an, durch welches der Tubus des Mikroskops durchgesteckt ist. Ich beobachte ferner ohne Deckglas und mit einer Linse von grosser Focaldistanz.

Wenn ich rasch genug dabei bin, finde ich zunächst, dass die Zellen sehr verschiedene Formen darbieten. Einzelne sind rundlich

andere länglich oval, spindelförmig, walzenartig u. s. w. Die Zellen verändern ferner allmählich ihre Gestalt. Nicht durch abgehobene structurlose Buckel [1], sondern in ihrer ganzen Masse. Ich sah eine spindelförmige Zelle die beiden dünnen Enden einziehen und dann sich theilen, die runden ganz spitze Fortsätze treiben und wieder einziehen; kurz von den unversehrten Zellen war kaum eine zu finden, die bei constanter Beobachtung unverändert geblieben wäre. Das dauert aber nicht lange. Die Formveränderungen der ganzen Masse hören auf, und die Zellen beginnen nun ihre structurlosen Buckel zu treiben, oder es zieht sich fast die gesammte Körnchenmasse von dem Grenzcontour zurück, die Zelle bekommt einen breiten structurlosen Rand, der nur an einer beschränkten Stelle mit der centralen Masse in Berührung steht. Endlich werden die Zellen zerstört, da die geringe Menge Flüssigkeit trotz des Schutzes bald verdunstet.

Wer mag nun daran zweifeln, dass die Formveränderungen des gesammten Zellenleibes vitale Erscheinungen sind; denn eine Zelle die sich theilt, lebt, und wenn sie früher ihre Fortsätze eingezogen hat, so ist dieses gewiss die Veränderung einer lebenden Zelle. Die structurlosen Buckel aber sind eben so sicher keine Diffusions- oder Quellungsergebnisse, da sie ohne Zusatz von Reagentien sichtbar werden.

Nachdem einmal diese Vorgänge sicher gestellt waren, ging ich noch einmal daran die Zellen unter Wasser zu beobachten. Es zeigten sich auch hier in der ersten oder auch nächstfolgenden Minute Formveränderungen des gesammten Zellenkörpers, und zwar nicht selten so auffallend und so lebhaft, wie sie nur lebenden Organismen zukommen können. Eine Zelle treibt einen spitzen Fortsatz. Die Spitze wird dicker, kolbig, wie der Schlägel einer Trommel, dann bisquitförmig und endlich wieder rund. Eine andere Zelle stösst einen spitzen Fortsatz zwischen ihre Nachbarn ein, wieder andere werden wetzsteinförmig. Endlich werden kleine structurlose Buckel aufgetrieben, die sich wieder einziehen, um an einer andern Stelle zu erscheinen. Ob ich also Wasser zusetzte oder nicht, veränderten die Zellen in toto wiederholt ihre Form, liessen dann erst die hellen Auftreibungen wahrnehmen und gingen endlich zu Grunde. Nur dauert bei

[1]) Diese sah Ecker (Icon. phys.).

Wasserzusatz der erste Act der sichtbaren Thätigkeit nicht so lange, sind die hellen Auftreibungen nicht über so grosse Theile der Circumferenz der Zelle ausgebreitet, und ist endlich das Spiel der letzteren viel lebhafter als ohne Zusatz von Reagentien.

Angeregt durch Max Schulze's Arbeit *„De ovarum anarum segmentatione“* habe ich auch der Furchung erneute Aufmerksamkeit geschenkt. Ich überzeugte mich, dass der sogenannte Faltenkranz nicht nur in der nächsten Nachbarschaft einer Furche erscheint, sondern sich zuweilen, wenn ich im directen Sonnenlichte beobachtete, über den grössten Theil eines Furchungsfeldes erstreckte, während andere Felder vollkommen glatt blieben. Es war in solchem Falle eine tiefe unregelmässige Runzelung des betreffenden Feldes. Es wäre willkürlich und ungerechtfertigt eine solche Runzelung auf Kosten einer Membran zu setzen, wenn eine solche vorhanden wäre.

Ich habe indessen die Furchung unter einem Deckglase und mit ziemlich starken Vergrösserungen beobachtet. Die Eier waren dabei nicht gedrückt und furchten sich trotz des Deckglases ziemlich lebhaft. Wenn es noch gegen Remak's Behauptung über Fortsätze der Dotterhaut eines Beweises bedürfte, so wäre er bei solcher Beobachtung gegeben. Man sieht hier im durchfallenden Lichte beide Contouren der Dotterhaut gegen den Dotter scharf abgegrenzt. Man sieht die Furche als eine Einziehung des Dottercontours entstehen, aber niemals etwas, was zur Annahme einer Fortsetzung der Dotterhaut die entfernteste Berechtigung gibt. Diese kann es also nicht sein, welche die Runzelung bewerkstelligt. Dass aber unter ihr keine zweite Membran existirt, bedarf bei der Leichtigkeit aus erhärteten Eiern die feinsten Durchschnitte zu machen keines weiteren Beweises.

Wenn aber keine Membran da ist, welche mit der Furchung in nähere Beziehung tritt, dann liegt es gewiss sehr nahe, Max Schulze beizustimmen und die Furchung als einen Act der Contraction des Dotters zu betrachten. Es liegt um so näher als durch meine eben mitgetheilten Beobachtungen, die selbstständigen Bewegungen der Furchungskugeln, wie diese nur mit Unrecht heissen, auch dann noch wahrgenommen werden, wenn die Dotterhaut eingerissen und die Formelemente aus dem Zusammenhange gebracht werden.

Ich will nunmehr die Frage aufwerfen, ob wir die Bewegungserscheinungen embryonaler Zellen in irgend einer Weise physio-

logisch verwerthen können? Hat die Entwickelungsgeschichte Facta aufzuweisen, welche sich auf jene Phänomene zurückführen lassen? Die Antwort darauf spricht auffallend günstig für die gesammte neuere Zellenlehre.

In meinen Untersuchungen über die ersten Anlagen in Batrachier-Eiern [1]) wies ich auf ganz ausserordentliche Locomotionen der Zellen hin. Die Gesammtanlage des Drüsenblattes und motorischen Blattes liess ich an dem grösseren vorderen Thierabschnitte aus Zellen hervorgehen, welche sich längs des äusseren Keimblattes vorgeschoben haben. Es heisst daselbst: „die Zellen, welche früher in horizontaler Lage die Höhle nach unten begrenzen halfen, bewegen sich allmählich längs der Innenfläche der Decke hinauf“.

Ich wagte es damals nicht, mir über die Art dieser Bewegungen eine Vorstellung zu machen. Ich erschloss nur ihre Existenz aus anatomischen Befunden, und stützte diesen Schluss noch dadurch, dass ich den Weg für die relativ ungeheure Wanderung annäherungsweise ermittelte.

Nach unseren heutigen Kenntnissen ist jene Dislocation nicht mehr räthselhaft.

Wer einmal gesehen hat, welche Bewegungen eine embryonale Zelle auf dem Objectträger ausführt, und wer ferner weiss, wie lose die Zellen an der unteren inneren, der Furchungshöhle zugewendeten Fläche eines Batrachiereies neben einander liegen, sehen sie doch wie über den Boden hingeworfene Erbsen aus, den wird es auch nicht Wunder nehmen zu erfahren, dass diese Zellen Wanderungen antreten.

Es ist also ein unabhängig von der neueren Zellenlehre aufgestelltes Factum da, welches darauf hinweist, dass den Bewegungen der Zellen eine ganz kolossale Rolle zugewiesen ist, dass sie in einem Falle Grundbedingung eines Wirbelthierbaues sind.

Man kann aber in der Entwickelungsgeschichte weite Rundschau halten, und man wird allenthalben auf Veränderungen stossen, für deren Erklärung die Bewegung der Zellen als die am wenigsten gewagte Annahme erscheinen dürfte.

Wenn sich in einem gleichartigen zelligen Blatte ein centraler Strang durch eine ringsum sich bildende Trennungsspur isolirt, wie

---

[1]) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. XI. Bd., 3. Heft.

dieses bei der *Chorda dorsalis*, bei der Abscheidung zwischen Knorpel und Muskel des Kopfes[1]) so deutlich wahrzunehmen ist, so ist doch Contractilität gewiss das Nächste, woran wir hier zu denken haben.

Die embryologischen Einzelfragen geben reichlichen Anlass zu derlei Betrachtungen, und es ist noch der Zukunft anheimzustellen, über wie viele Schwierigkeiten wir hinübergelangen werden, wenn wir nur erst dahin kommen das Leben der Zellen in dem Maasse zu würdigen, als es nach den Forschungen aus den letzten Jahren zu verdienen scheint.

---

[1]) Siehe meine Untersuchungen, Archiv für Phys. I. Heft. 1864.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

XLIX. BAND.

ZWEITE ABTHEILUNG.

5.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Physik, Chemie, Physiologie, Meteorologie, physischen Geographie und Astronomie.



XIII. SITZUNG VOM 12. MAI 1864.

Herr Prof. R. Kner übergibt ein „specielles Verzeichniss der während der Reise der kais. Fregatte „Novara“ gesammelten Fische“.

Herr Hofrath W. Haidinger berichtet über „drei Fund-Eisen von Rokitzan, Cotta und Kremnitz“ und über „eine grosskörnige Meteoreisen-Breccie von Copiapo“.

Herr Dr. R. Maly, Assistent der Physiologie an der Grazer Universität, übersendet einige „vorläufige Mittheilungen über die chemische Natur der Gallenfarbstoffe“.

Herr Prof. C. Ludwig übergibt eine für die Denkschriften bestimmte Abhandlung, betitelt: Anatomische Untersuchungen über die Blutgefässe des menschlichen Auges“, von Herrn Dr. Th. Leber.

Herr Prof. F. R. v. Hochstetter überreicht eine Abhandlung: „Über das Vorkommen und die verschiedenen Abarten von neuseeländischem Nephrit (Punamu der Maoris)“.

Derselbe überreicht ferner die Photographie des Modells von dem in Weil der Stadt zu errichtenden Kepler-Denkmale, nebst dem Programme zu einem über Kepler herauszugebenden Werke, welche ihm vom Geschäftsführer bei Kepler's Denkmal, Herrn Notar Gruner für die Akademie übergeben worden sind.

Zugleich dankt Herr Prof. v. Hochstetter im Namen des Herrn Gruner der Akademie für die auf ihre Verwendung für das Kepler-Denkmal so reichlich aus Österreich eingegangenen Beiträge.

Herr Dr. Aug. Vogl legt eine Abhandlung vor, betitelt: „Phytohistologische Beiträge. I. *Kamala*“.

Herr Dr. H. Leitgeb überreicht eine Abhandlung: „Die Luftwurzeln der Orchideen.“

Herr Prof. C. Jelinek, Director der k. k. meteorologischen Centralanstalt, übersendet eine vorläufige Mittheilung „über einen am 29. und 31. März d. J. zu Valona in türkisch Albanien stattgehabten Schlammregen, nebst einer kleinen Probe der gefallenen Schlammmasse.“

Herr Prof. Axel Erdmann, Chef des Bureau für die geologische Erforschung Schwedens zu Stockholm, dankt mit Schreiben vom 20. April, für die diesem Institute bewilligten Separatabdrücke aus den Schriften der Classe.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss. zu Berlin: Monatsbericht. August — December 1863. Januar — Februar 1864. Berlin 1863—1864; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1472. Altona, 1864; 4°.

de Colnet-d'Huart, Nouvelle théorie mathématique de la chaleur et de l'électricité. Ire Partie. Luxembourg, 1864; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LVIII. No. 16—17. Paris, 1864; 4°.

Cosmos. XIIIe Année, 24e Volume, 18e—19e Livraisons. Paris. 1864; 8°.

Ecker, A., Zur Kenntniss des Körperbaues schwarzer Eunuchen. Ein Beitrag zur Ethnographie Afrikas. Mit 6 Tafeln; 4°.

Gewerbe-Verein, nieder-österr.: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrg. 1864. 3. Heft. Wien; 8°.

Land- und forstwirthschaftliche Zeitung. XIV. Jahrgang. Nr. 13 & 14. Wien, 1864; 4°.

Lotos. Zeitschrift für Naturwissenschaften. XIV. Jahrg. April, 1864. Prag; 8°.

Mittheilungen des k. k. Genie-Comité, Jahrg. 1864. IX. Band, 2. Heft. Wien; 8°.

Mondes. 2e Année. Tome IV, 17e Livraison; Tome V. Ire Livraison. Paris, Tournai, Leipzig, 1863; 8°.

Moniteur scientifique. 177e Livraison, Tome VIe, Année 1864. Paris; 4°.

Prize Essays, The Victorian Government, 1860. Melbourne, 1861; 8°.

Programm des Gymnasiums A. C. zu Hermannstadt für das Schuljahr 1861/62. Hermannstadt, 1862; 4°.

Reader, The. Nos. 70—71. Vol. III. London, 1864; Folio.

Report, First annual, presented by the Council to the Board of Agriculture. Melbourne, 1860; Folio.

Report, Second Meteorological, with Diagrams of Barometric Pressure etc. Melbourne, 1856; Folio.

Reports, Mining Surveyeors: Furnished by the Mining surveyors of Victoria. Vol. I—III, 1859—1861; For April & Mai 1863. Mit 26 Karten. Melbourne, 1859—63; 8° & Folio.

Society, The Royal Geographical: Proceedings. Vol. VIII. No. 1—2. London. 1863/64; 8°.

Verein für siebenbürgische Landeskunde: Archiv. N. F. V. Band. 1. & 2. Heft. Kronstadt, 1862; 8°. — Jahresbericht für das Vereinsjahr 1861—62. Hermannstadt, 1862; 8°.

Wiener medizinische Wochenschrift. XIV. Jahrg. Nr. 18—19. Wien, 1864; 4°.

Wochen-Blatt der k. k. steierm. Landwirthschafts-Gesellschaft. XIII. Jahrg. No. 13. Gratz, 1864, 4°.

Zeitschrift des österr. Ingenieur-Vereines. XVI. Jahrgang, 2. Heft. Wien, 1864; 4°.

Drei Fund-Eisen, von Rokitzan, Gross-Cotta und Kremnitz.

Bericht von dem w. M. W. Haidinger.

(Mit 1 Kupfertafel.)

So manches Fund-Eisen wird nun, um es so auszudrücken, auf den ersten Blick als meteorisch anerkannt. Krystallinische Structur, wie wir sie an Gebirgsarten zu sehen gewohnt sind, ist entscheidend, ein Nickelgehalt wirkt beruhigend. Fehlt beides, wie in den drei hier benannten Fund-Eisen, so ist freilich noch nicht unbedingt jeder meteoritische Ursprung ausgeschlossen, aber doch sehr zweifelhaft — problematisch — wie das gewohnte Wort heisst. Shepard's *Ferrosilicite*, das Rutherfordton-Eisen [1]) ist meiner Ansicht nach wohl gewiss meteorisch, obgleich ohne Nickelgehalt.

Die drei oben genannten Fund-Eisen sind sämmtlich ohne Nickelgehalt, aber doch in vieler Beziehung ungemein merkwürdig und verdienen wohl die aufmerksamste Untersuchung. Zu Vergleichungen mit meteoritischer Krystallstructur liegen allerdings schon viele gute Abbildungen in Autotypen vor, für technische Eisensorten fehlt aber noch gar viel, um unmittelbar eine Ansicht sich bilden zu können. Indessen Studien sind sehr zeitraubend und werden so sehr immer durch unaufschiebbare Tagesereignisse unterbrochen, dass auch ich jetzt nur gar Weniges mit der mir wünschenswerth erscheinenden Gründlichkeit vorzulegen vermag.

I. Das Eisen von Rokitzan.

Die erste öffentliche Mittheilung über dieses Eisen bestand in einer Nachricht von Herrn Professor Dr. Franz Nickerl in Prag, es sei dasselbe von Herrn J. Stolba analysirt worden, welcher in demselben folgende Bestandtheile gefunden:

Eisen	Nickel	Schwefel	Graphit	Summe
89·00	8·84	1·03	0·87	99·74

[1]) Silliman's Journal u. s. w. Sept. 1859. vol. XXVIII.

Fundeisen von Rokitzan.

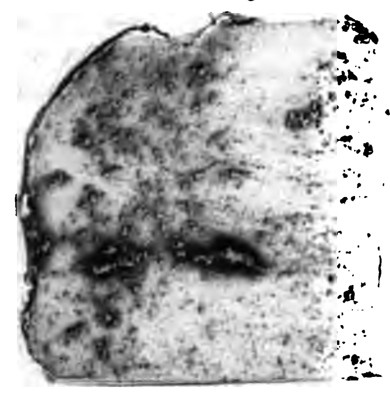


Fig. 1. Vom Abguss.

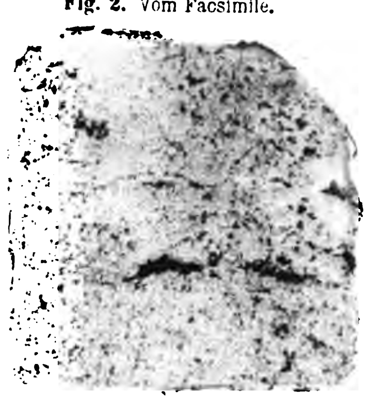


Fig. 2. Vom Facsimile.

Meteoreisen von Newstead.

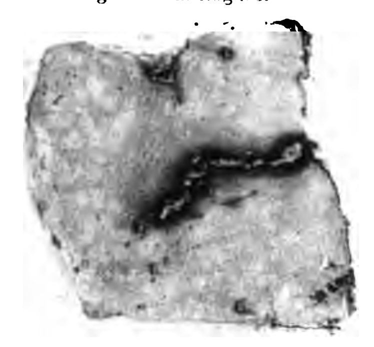


Fig. 3. Vom Abguss.

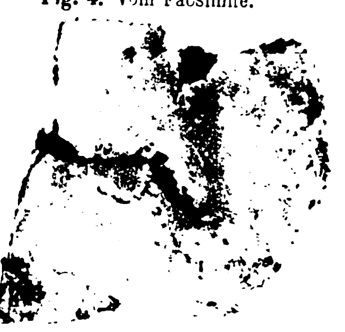


Fig. 4. Vom Facsimile.

Roheisen von St. Stephan.

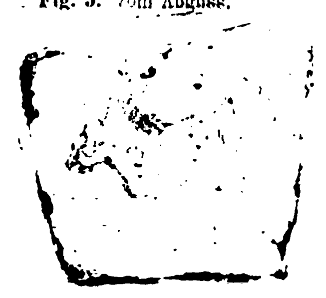


Fig. 5. Vom Abguss.

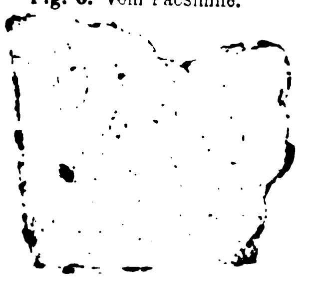


Fig. 6. Vom Facsimile.

Aus der k. k. Hof- und Staatsdruckerei.



(Lotos, Zeitschrift für Naturwissenschaft. Prag, 1862. 12. 244.)

Herr Dr. Otto Buchner gab diese Notiz wieder in seinem wichtigen Werke: Die Meteoriten in Sammlungen 1863. Seite 200a.

Das Publicum besitzt also bereits die Nachricht und hat folglich auch das Recht zu verlangen, dass von den Naturforschern, welche dem Gegenstande näher stehen, auch Genaueres über alle wissenswerthen Verhältnisse mitgetheilt werden. Sind wir doch gewiss solidarisch für dergleichen Beiträge verantwortlich.

Der gegenwärtige hochwürdige Herr Prälat des Prämonstratenser-Stiftes Strahow in Prag, Hieronymus Joseph Freiherr v. Zeidler, besitzt die ganze Eisenmasse seit dem Jahre 1854, wo er dieselbe 3 Pfund 26 Loth schwer, zu einem Meteoreisenpreise von drei Gulden für das Loth von Herrn Professor Dr. Franz Nickerl erkauft hatte. In der wahrhaft sehenswerthen, ja ausgezeichneten Stiftssammlung, welche der hochwürdige Herr Prälat seit langen Jahren mit grosser Fachkenntniss und Vorliebe pflegt und bereichert, ich hatte sie schon im Jahre 1826 mit hohem Genusse in Gesellschaft meiner verewigten Freunde Allan und Zippe besehen, war namentlich mein hochverehrter Freund Hörnes auf das Stück aufmerksam geworden. Er war es, der den Herrn Prälaten einlud, es ihm zu genauerer Untersuchung anzuvertrauen, so wie einen Abschnitt davon für das k. k. Hof-Mineraliencabinet zu bestimmen. Bereitwilligste Zustimmung folgte, und so kam es, dass mir wieder die Veranlassung zu einigen Studien geboten war.

Die Masse hat eine nahe zu ebene Grundfläche von etwa 4 Zoll Länge und Breite, rundlich eckig und im Ganzen eine mehr abgerundete Gestalt in einer Höhe von etwa 3 Zoll, etwas gegen die eine Seite geneigt und von ganz unregelmässiger, theils ebener, theils unebener Fläche begrenzt. Die Kanten sind sämmtlich sehr abgerundet, die Farbe dunkelbräunlich-schwarz und gibt überall einen vollkommen schwarzen Strich. An einer Seite ist eine Schlifffläche blossgelegt und an dieselbe anschliessend, liegt auch das abgetrennte etwas über 4 Linien dicke Stück vor. Von diesem Stücke sind die beiden autotypen Abdrücke auf der Tafel genommen, und zwar Fig. 1 vom Abguss, Fig. 2 vom Facsimile. Auf den Schnittflächen nun erscheint allerdings eine Structur, welche aber wenig übereinstimmt

mit Allem was man noch an meteoritischen Eisenmassen gesehen hat. Das Facsimile gibt auch hier die beste Einsicht, und zwar erscheint der wahre Charakter am deutlichsten durch die Loupe. Die Ätzung gab keinen Anlass zu einem Wunsche eine geätzte Fläche durch Autotypie darzustellen, aber die unmittelbar genommene Schlifffläche selbst gab das hier vorgelegte vollkommen charakteristische Bild. Es erscheinen in demselben aus nahe aneinander liegenden zahlreichen Mittelpunkten auslaufende, schwach krummlinige Streifen hin und wieder zweigetheilt und verästelt, die einzelnen Gruppen meist unter einer halben Linie. An manchen Stellen sind sie noch viel feiner, so dass mehrere Mittelpunkte auf eine halbe Linie kommen.

Die auf der Tafel seitlich gegen einander stehenden Begrenzungen der Figur en entsprechen der ebenen Basis der Masse. Diese Basis zeigt sich im Durchschnitte mit einer Rinde überzogen, welche eine volle halbe Linie dick ist und dem vollkommen schwarzen Strich entsprechend, als Eisenoxyduloxyd oder Magneteisenstein betrachtet werden muss. Von der entgegengesetzten Seite her zieht sich ein ganz gleicher schwarzer Körper entlang Sprüngen und den oben erwähnten krummlinigen Streifen hier mehr, dort weniger tief in das Innere hinein und erscheint an der Stelle des Eisens ein wahrer Ersetzungsvorgang. Manche Stellen sind mit unveränderter Structurerscheinung bereits in ihrem Mischungsbestande vollkommen verändert. Die der Grundfläche entsprechende Magneteisenschale ist aber vollständig dicht, ohne solche Structurüberbleibsel zu zeigen. Die Stärke dieser Rinden deutet wohl auch eine sehr lange Zeit der Einwirkung oxydirender Einflüsse, die Mischung aber, die nicht Eisenoxydhydrat, Brauneisenstein, sondern Eisenoxyduloxyd, Magneteisenstein, ist, gibt wohl unzweifelhaft darüber Aufschluss, dass diese Rindenbildung oder Veränderung, während die Masse ziemlich tief in der Erde vergraben war, erfolgte, nicht mehr nur oberflächlich, dass der Vorgang mehr in katogener als in anogener Richtung erfolgte.

Wenn die Structur mit irgend einer der bisher beschriebenen Meteoreisen näher übereinstimmen sollte, dachte ich, müsste dies das schottische von Newstead in Roxburghshire sein. Genauere Vergleichung zeigte aber, dass dies letztere eine Art der Zusammensetzung zeigte, wie es die in körperlichen gestrickten Massen vor-

kommenden Kobaltkiese, Silber und andere Mineralien darbieten. Ein vortrefflicher Abdruck ist namentlich der hier von dem Facsimile herrührende in Fig. 4, der weit besser gelungen ist als der ursprünglich in dem *Edinburgh New Philosophical Journal, New Series for Juli 1822*, in Herrn Dr. John Alexander Smith's Abhandlung in Buchdruck-Autotyp dargestellte.

Die Vergleichung mit einem wirklichen Roheisen, und zwar einem sogenannten halbirten, welches auf der einen, in den Fig. 5 und 6 obern Seite, die Natur der Spiegelflossen, auf der andern untern Seite, die des grauen Roheisens darstellt, ebenfalls von polirter, nicht geätzter Fläche genommen, ist freilich nicht so sprechend gelungen. Aber die Erscheinungen, welche es darbietet, sind auch in kleinerem Massstabe sichtbar. Doch erkennt man mit der Loupe ganz ähnliche, feine krummlinige Streifen von nahestehenden Mittelpunkten ausgehend, wie in dem Eisen von Rokitzan, dem es sich also weit näher anschliesst als dieses mit dem von Newstead übereinkommt. Dennoch nimmt man oft in wirklichem, namentlich dem Spiegel-Roheisen eben die Grundzüge wahrer körperlicher gestrickter Anordnung wahr. Wenn auch unter ganz verschiedenen Bedingungen in Bezug auf krystallinische Anordnung gebildet, ist doch diese Grundlage der Gestaltung in dem technisch gewonnenen Eisen unverkennbar von ähnlicher Art, wie in dem meteorischen Eisen, nur dass sie hier in der langen Periode der Krystallthätigkeit vollendeter Anordnungen Raum geben konnte.

So viel gab die Vergleichung der Formen. Aber es war doch wichtig, noch einmal die chemische Natur zu prüfen. Um eine angemessene reine Probe zu erhalten, wurde aus der vier Linien dicken, neuerdings quer durchschnittenen Platte eine neue dünnere, etwa 1½ Linien dicke Platte gewonnen. Diese liess sich leicht etwas einfeilen. Als ich den Meissel aufsetzte und einen kurzen raschen Schlag mit einem Hammer führte, brach sie spröde quer durch mit dunkelgrau metallischem körnigem Bruche. Das specifische Gewicht fand ich 6·394 bei 14° R., etwas höher als das von Nickerl angeführte von 6·005.

Das Ergebniss der Analyse, welches ich meinem hochverehrten Freunde Herrn Karl Ritter v. Hauer verdanke, war:

Kiesel	Kohle	Kalkerde	Eisen	Summe
1·1	2·4	Spur	96·0	99·5

Es wurde keine Spur von Nickel gefunden. Die angewendete Probe war die, welche ich aus dem Innersten der Masse herausgenommen hatte.

Während dieser Studien auf der einen Seite hatte ich doch auch von der andern Seite gewünscht, Einiges über die Herkunft der Masse zu erfahren. Ich wendete mich also an Herrn Professor Dr. Nickerl, und da dieser die Masse von Herrn Professor Dr. Karl Wiesenfeld in Prag erworben, auch an den letzteren und erhielt bereitwilligst die wenigen Auskünfte, welche sich noch ermitteln liessen. Herr Professor Wiesenfeld hatte die Eisenmasse bereits vor etwa 20 Jahren von einem schon bejahrten Manne aus Rokitzan erhalten, hin zu ihm nach Prag gebracht, weil derselbe gehört hatte, dass der Herr Professor sich um alte Bauwerke im Lande erkundigte, sie zeichnete, nach alten Münzen forschte u. s. w. Jener Mann hatte den Fund bereits 15 — 20 Jahre aufbewahrt, nebst einem andern Steinbrocken, der sich später als Gneiss erwies. Gefunden hatte er ihn auf einem Felde, nahe einem Walde, nichts Ähnliches in der Nähe, auch keine Schlacken. Der Name des Mannes war Herrn Professor Wiesenfeld in Vergessenheit gerathen. Ich schrieb an einen hochgeehrten wohlwollenden Correspondenten unserer k. k. geologischen Reichsanstalt, Herrn Apotheker Storch nach Rokitzan, um möglicher Weise vorliegende Auskunft. Aber es war dort keine Tradition bewahrt. Niemand in Prag wollte die Masse zuerst als meteoritisch anerkennen. Die späteren Versuche etwas abzutrennen, mochten wohl ziemlich schwierig geschienen haben, obwohl auch selbst der Mechaniker Božek am ständischen Polytechnicum sich damit beschäftigte. Während der Versuche des Abtrennens von Theilen der Masse ging das Eigenthum an Herrn Professor Nickerl, von diesem an den Herrn Prälaten über.

Dass die Analyse des Herrn Stolba, welche Nickel nachweist, sich auf eine Probe der nun im Besitze des Herrn Prälaten befindlichen Masse bezogen habe, ist ganz unmöglich, Herr Stolba analysirte unzweifelhaft wirkliches Meteoreisen. Es muss also irgend eine Verwechslung stattgefunden haben, welche bei der langen Zeit der Verhandlungen, ohne dass sie mit besonderem Eifer für die eigentlichen Studien betrieben wurden, vielleicht ganz nahe lag.

Wenn nun auch als Ergebniss der Untersuchungen und Beurtheilung der Wahrscheinlichkeiten, sich ein technischer Ursprung als der

wahrscheinlichere herausstellt, gegenüber einem meteoritischen, so verdient nichts destoweniger die Masse recht sehr sorgsam bewahrt zu werden, für die Structur, welche doch sehr eigenthümlich ist und vielleicht, wenn erst spätere noch umfassendere Arbeiten über Eisenstructur vorliegen werden, manche anregende Näherung zulassen wird.

II. Das Eisen von Gross-Cotta.

Während mir das von Rokitzan stets zur Hand war, die Platten zum Abdrucke galvanoplastisch vorbereitet wurden, die Analyse ihren Richterspruch erliess, erhielt ich ein höchst anregendes Schreiben von meinem hochverehrten Freunde Herrn Professor H. B. Geinitz in Dresden, nebst einem Eisenstücke plattenförmig zwischen zwei parallelen Seiten, etwa $2^1/_2$ Zoll lang, $2^1/_2$ Zoll breit, $1^1/_4$ Zoll dick, dessen Natur problematisch schien und über welche er mir die Ehre erwies, meine Ansicht zu befragen.

Das Stück, etwa 1 Pfund 6 Loth schwer, war auf den Ritterguts-Feldern des Dorfes Gross-Cotta, eine Stunde südlich von Pirna, gefunden und erst kürzlich von der Besitzerin, Frau v. Burchardi, auf Gross-Cotta dem königlichen mineralogischen Museum als Geschenk übergeben worden. Sollte man das Stück nun für ein Kunstproduct oder einen eigenthümlichen Meteoriten halten? Eine Analyse hatte gegeben:

Unlöslich	Schwefel	Eisen	Summe
5·924	0·289	74·363	80·576

Der unlösliche Rückstand war Kieselsäure und Graphit. Was war aber die Differenz? das specifische Gewicht = 5·6. Auch ich fand das specifische Gewicht = 5·604 bei 14° R. Herr Oberbergrath Breithaupt schrieb an Geinitz: „Sie haben mir zwar keinen Meteoriten, aber immerhin ein sehr merkwürdiges Hüttenproduct gesendet. Schon die Form fiel mir auf, denn sie deutete auf eine Platte, welche an den schmalen Seiten abgebrochen ist. Angeschliffen und polirt gab ein kleines Bruchstück keine Widmannstätten'schen Figuren. Herr Prof. Fritzsche erkannte es auch gleich, wie ich, als Kunstproduct, aber doch von sehr abweichender Mischung im Vergleiche mit anderen sogenannten Eisensauen. Fritzsche erbot sich zu einer „analytischen Untersuchung". Herr Professor Fritzsche hatte folgendes an Breithaupt geschrieben: „Das angebliche Meteoreisen enthält über 4 Pct.

Kieselerde, wenig Schwefel, Thonerde fand ich nicht, Kohlenstoff chemisch gebunden als Graphit, Bestandtheile, die auch Herr Lichtenberger gefunden hat, aber ausser Eisen noch Mangan und Kobalt. Ob Nickel auch da ist, konnte wegen des geringen Niederschlages nicht bestimmt werden. Ich halte demnach das fragliche Meteoreisen für ein Kunstproduct — eine Eisensau. Möglicherweise kann es auch Roheisen sein, in früherer Zeit im Herde dargestellt, dagegen spricht aber die Farbe; ich wenigstens habe ein Roheisen von solcher schwarzer Farbe noch nicht gesehen."

Das war nun gewiss höchst anregend. Aber wie ich aus Veranlassung des Copiapo-Meteoreisens erwähnte, eben so dachte ich sei es hier erforderlich eine schwache Platte aus dem Innern der Masse herauszuschneiden. Sie gelang mit einer Dicke von nahe zwei Linien. Auch hier wie bei dem Rokitzan-Eisen machte eine Feile einen tiefen Einschnitt und ein rascher Hammerschlag auf den Meissel brach leicht die Platte quer durch und entblösste einen feinkörnigen, tiefschwarzen Bruch, ganz ähnlich schwarzer Kreide. Die Richtung des Schnittes hatte ich senkrecht auf die breiten parallelen Flächen gewählt. Merkwürdig zeigte sich nun ganz ähnlich wie bei dem Rokitzan-Eisen, die eine der beiden Flächen bedeckt mit einer Lage, schwarz, dicht, nur hie und da mit einzelnen feinen Poren, von Magneteisenstein, der den charakteristischen Strich gab. Auch eröffnete der Schnitt eine etwa drei Linien im Durchmesser haltende Höhlung mit rauher unregelmässiger Oberfläche.

Die polirten Flächen hatten nur wenig Glanz angenommen. Die körnige Structur, wenn auch nicht ganz gleichförmig und auch nicht an die von Rokitzan erinnernd, war doch so fein, dass weder ein galvanoplastisches Abformen ohne Ätzung, noch diese und darauffolgendes Abformen ein Ergebniss für den Kupferdruck in Aussicht stellten und Versuche in dieser Richtung daher unterlassen wurden.

Aber eine chemische Untersuchung blieb wünschenswerth. Herr Karl Ritter v. Hauer bestätigte vollständig das von Herrn Professor Geinitz mitgetheilte Ergebniss:

Unlöslich	Verbrennbares	Eisen
3·2	21·4	75·4

Das Verbrennbare ist grösstentheils Kohle nebst einer organischen Substanz, die sich in der Glasröhre, geglüht, durch etwas Rauch verräth. Das Eisen lässt sich sehr leicht pulvern.

Es gibt kein Roheisen mit so hohem Kohlengehalte. Die Mischungsverhältnisse des Rokitzan-Eisens von 2·4 Pct. entsprechen den gewöhnlichen Sorten. Aber die starke Magneteisenstein-Rinde gibt wohl einen werthvollen Fingerzeig dahin ab, dass dieses Cotta-Eisen sehr lange in der Erde gelegen und wohl einen eigenthümlichen Vorgang der Veränderung durchgemacht, während dessen Kohlensäure, in Wasser gelöst, das ursprüngliche wohl schon sehr schwarze Roheisen durchdringt, einen Theil auflöst und Kohle zurücklässt, während der aufgelöste sich als Rinde von Magneteisenstein unter der Eisenplatte wieder anlegt.

„Wenn Roheisen lange unter Wasser zu liegen kommt, wird es zersetzt, und das Eisen von der im Wasser befindlichen Kohlensäure aufgelöst und weggeführt. Es bleibt eine graue, dem Graphit ähnliche Masse zurück. Als man vor einigen Jahren in der Gegend von Carlscrona Kanonen aus einem seit 50 Jahren versunkenen Schiff an den Tag brachte, fand man ihre Masse bis zu einem Drittel in diesen porösen Körper verwandelt; sie waren kaum 1/4 Stunde der Luft ausgesetzt, so fingen sie an, so heiss zu werden, dass das rückständige Wasser in Dampfgestalt entwich und dass man sie mit der Hand nicht anfassen konnte. Macculloch hat nachher bemerkt, dass dieses mit dem so gebildeten graphitähnlichen Körper immer der Fall ist, und dass er sich unter Aufnahme von Sauerstoffgas beinahe bis zum Glühen erhitzt. Was dabei vorgeht, ist aber im Ganzen nicht ausgemittelt."

Ich glaube, dass diese Stelle, aus dem zweiten Bande von Berzelius' Lehrbuch der Chemie (fünfte umgearbeitete Originalauflage 1844) ganz als Erklärung auf das vorliegende Cotta-Eisen angewendet werden kann, wenigstens um es in eine Reihe von Körpern zu bringen, die, wenn auch fremdartig, doch nicht ganz ausserhalb alles Zusammenhanges mit Gewohntem sind.

Eine Bemerkung darf ich hier nicht unterdrücken. Man ist bei problematischen Eisenmassen gerne gar so freigebig mit einer gewissen Bezeichnung, welche den trivialen Kraftwörtern bekannter Individuen aus dem Thierreiche entnommen sind. Sie erscheinen mir hier gänzlich unstatthaft, einmal weil diese Producte eines fehlerhaften Eisenhochofenganges gar in keiner Beziehung zu derselben stehen, dann aber auch wirklich schädlich, weil das Witzwort, bei seinem in zoologischer Beziehung allerdings nicht fremdartigen

Gegenstande nun glauben machen soll, man kenne auch den unorganischen Gegenstand, was doch keineswegs der Fall ist. Das Witzwort ist nicht der Wissenschaft förderlich. Das Gross-Cotta-Eisen ist wohl gewiss eine Platte schwarzen Roheisens gewesen, später zu der so sehr kohlenstoffreichen Masse verändert, wie sie Berzelius für die versunkenen Kanonen in Erinnerung brachte.

III. Das Kremnitz-Eisen.

Vor wenigen Tagen erst kam zu den beiden oben erwähnten Fund-Eisen noch ein drittes, das mir unser hochgeehrter College Herr k. k. Bergrath Franz Ritter v. Hauer überbrachte. Herr Johann Hrabák vom k. k. Münzamte zu Kremnitz, gegenwärtig am k. k. Haupt-Münzamte in Wien, hatte es selbst auf einem Felde in der Nähe von Kremnitz gefunden. Es hatte eine ganz unregelmässige Gestalt, etwa 2 Zoll gegen 1½ Zoll und 1 Zoll in den drei Richtungen, doch in der Mitte am dicksten. Auch hier wurde aus der Mitte der Länge nach eine Platte herausgeschnitten von der Dicke einer Linie.

Auch hier zeigte sich an einer Seite, aber nur ¼ Linie dick, eine Rinde mit schwarzem Strich, also Magneteisenstein, nicht Brauneisenstein, die Structur war ganz ähnlich dem auf der Tafel Fig. 5 und 6 vorgestellten St. Stephan-Roheisen, eben so von der einen Seite Spiegel, mehr längsstrahlig im Durchschnitte, von der andern Seite mehr körnig und grau. Das letztere zeigte genau die krummlinigen Streifen von Mittelpunkten ausgehend des Rokitzan-Eisens, das erstere wieder einigermassen angenähert die gestrickte körperliche Structur des wirklichen meteoritischen Newstead-Eisens. Auch hier wurde geätzt, aber für galvanoplastische Darstellung liess sich kein Erfolg voraussehen. Sie wurde daher auch nicht versucht. Dieses Eisen nahm eine hohe Politur an, weit besser als das Rokitzan- oder Gross-Cotta-Eisen, war auch viel härter gegen die Feile, dennoch liess es sich sehr leicht pulvern.

Herr Karl Ritter v. Hauer fand folgende Mischungsverhältnisse in hundert Theilen:

Unlösliches	Verbrennbares	Eisen
4·3	15·7	80

Das verbrennbare ist grösstentheils Kohle, doch mit etwas organischer Substanz, da sich beim Erhitzen ein wenig brenzlich riechender Rauch entwickelt.

In einem Versuche wurde durch Glühen des gepulverten Eisens nach öfterem Befeuchten mit Salpetersäure 113·2 Pct. Eisenoxyd erhalten = 79·2 Eisen.

Auch das Kremnitz-Eisen war also wohl in einem Zustande der Veränderung, aber gerade in dem gegenwärtigen Augenblicke besonders willkommen, wo sich weiter vorgeschrittene Glieder anderswo der Aufmerksamkeit dargeboten hatten. Auf die Bezeichnung durch den Namen jenes zoologischen Prachtstückes hat es wohl schon der diminutiven Masse wegen keinen Anspruch.

Gewiss erheischen auch die unserer eigenen Erde angehörigen Fund-Eisen in ihren ethnographischen Beziehungen noch lange unsere Aufmerksamkeit und Sorgfalt, bevor Alles auf dieselben bezügliche zu voller Kenntniss gebracht sein wird. Namentlich der hohe Kohlengehalt verdient sorgsamste Forschung.

Eine grosskörnige Meteoreisen-Breccie von Copiapo.

Von dem w. M. W. Haidinger.

(Mit 1 Kupfertafel.)

Nur einen kleinen Beitrag kann ich heute der hochverehrten Classe in Bezug auf ein neues uns zur Kenntniss gekommenes Meteoreisen vorlegen. Aber man kann ja überhaupt nur immer Sandkorn an Sandkorn reihen, vorbereitend für einen spätern umfangreicheren Bau.

Das gegenwärtige Stück war von Herrn Dr. Oskar Speyer in Cassel an unsern hochgeehrten Freund Herrn Director Hörnes schon vor einigen Monaten eingesandt worden und dieser hatte mir es wieder zur Untersuchung und Berichterstattung anvertraut. Ich bin ihm dafür zu dem verbindlichsten Danke verpflichtet, besonders da sich dieses Meteoreisen in mancher Beziehung an die Natur des seinem Fundorte nach so entfernten Meteoreisens von Tula in Russland anschliesst, das von Herrn Collegienrath Dr. J. Auerbach für die Wissenschaft gerettet wurde, über welches ich in einer unserer früheren Sitzungen am 18. November 1860 Bericht erstattet hatte.

Aber einigermassen befriedigende Ansicht wird nur durch die Gewinnung grosser polirter und geätzter Flächen gewonnen und für die Mittheilung ist es erforderlich, dass auch von diesen erst galvanoplastische Abformungen hergestellt werden, in Abguss und Facsimile, um sie auf Kupfertafeln zu übertragen.

Für das Zerschneiden würde ich stets anrathen, nicht etwa sich mit einem Anschleifen zu begnügen, das reicht nicht hin. Das Beste ist eine Schnittfläche durch den stärksten Theil des vorliegenden Stückes und sodann parallel dieser Schnittfläche eine zweite vollkommen parallele, wodurch eine etwa eine Linie (2—3 Millim.) dicke Platte abgetrennt wird. Man erhält auf diese Art vier vollkommene Flächen, welche gehörig polirt, eine gute Einsicht in die Structur gestatten.

Die drei Stücke, welche auf diese Weise von dem neuen Copiapo-Meteoreisen gewonnen wurden, wogen 1 Pfund 7/8 Loth,

Polirt und geätzt.

Fig. 3. Abdruck vom Facsimile.

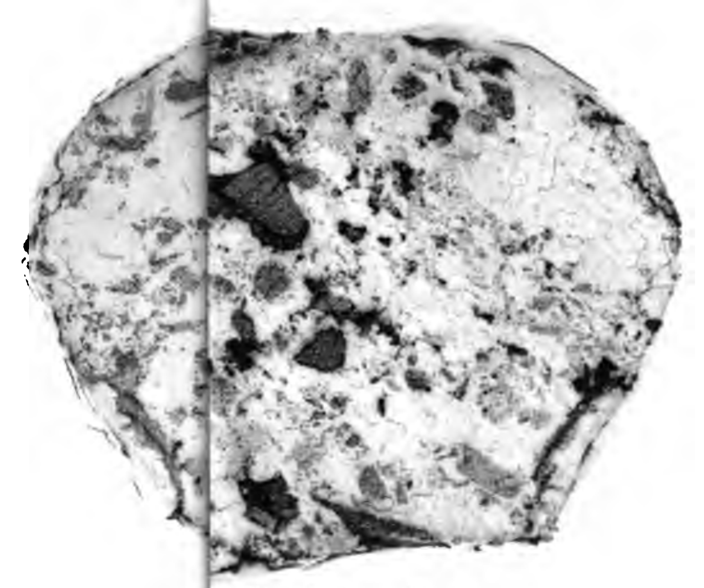
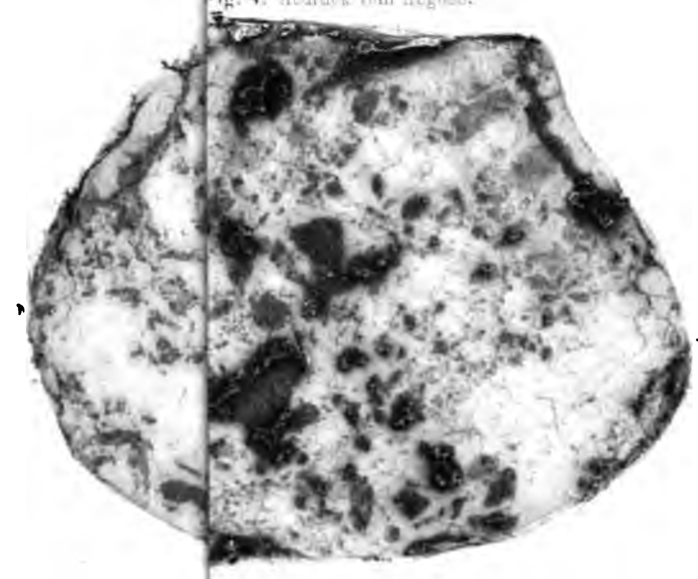


Fig. 4. Abdruck vom Abguss.



Aus der k. k. Hof- und Staatsdruckerei



29½ Loth und 8 Loth Wiener Gewichtes, oder entsprechend 592, 510 und 140·5 Grm., zusammen 2 Pfund 7 Loth oder 1242·5 Grm.

Über die Gestalt derselben gibt wohl der Abdruck der gewonnenen Flächen auf der beigefügten Tafel die beste Auskunft, etwa 3 Zoll Breite, 3½ Zoll Länge. Die Dicke der Platte gelang mit etwa 1½ Linie, die Dicke der beiden anderen Stücke beträgt im dicksten Theile 10 Linien und 13½ Linien. Die der geschliffenen entgegengesetzte Oberfläche des grösseren Stückes ist mit einigen bis 1½ Zoll grossen ebeneren, rundlichen Vertiefungen versehen, zum Theil an vorstehenden Ecken abgerundet, zum Theil mit Resten eines wahren durch Gewaltanwendung entstandenen Bruches. Die ganze Seite ist mit Rost bedeckt. Ganz verschieden von der vorigen ist die der geschliffenen entgegengesetzte Oberfläche des dünnen Stückes. Hier zeigt sich mit frischer Eisenfarbe, grobkörnig, wie durch Bruch, der reine Metallglanz, nicht verrostet, nicht angelaufen, wenn auch hin und wieder mit verrosteten Theilen abwechselnd. Eigentlicher Bruch des Eisens wäre hakig, solchen sieht man aber nur einzeln, die meisten metallisch erscheinenden Flächentheile sind unregelmässig krummflächig und ziemlich glatt, sie sind in der That: Zusammensetzungsflächen zwischen den aneinander schliessenden Eisenkörnern oder Theilen. Man würde diese Individuen nennen, zeigten sie nicht im Innern — nur auf den geschliffenen Flächen zu erkennen — wieder Zwillingsstreifen, wenn auch nur höchst fein durch die ganzen einzelnen Körner hindurch.

Bei dem vorliegenden Meteoreisen von Copiapo wurde nun eine der Flächen schwach geätzt. Von dieser und von einer der reinpolirten Flächen wurden in der k. k. Hof- und Staatsdruckerei die erforderlichen galvanoplastischen Abdrücke vorbereitet und in der begleitenden Kupfertafel vereinigt. Hier ist nun der Abdruck des Facsimile der polirten, aber nicht geätzten Fläche in Fig. 1 gegeben; Fig. 2 ist der Abdruck von einem Abgusse derselben Fläche. Ein Abdruck des Fascimile der geätzten Fläche ist Fig. 3 und Fig. 4 dessen Gegentheil. Hier kann man nun erst die Structur des Ganzen klar übersehen, und vorzüglich sind es die Abdrücke vom Facsimile der Oberflächen. In Fig. 1, dem nicht geätzten, erscheinen die Theile, welche blos aus Eisen bestehen, fast ununterbrochen, doch bemerkt man mit der Loupe auch hier schon hin und wieder feine,

haarförmige Trennungen. Ganz das Auge erfüllend, sieht man sie aber in Fig. 3, dem Abdrucke der geätzten Fläche. Hier sind die Eisentheile auch im Abdrucke ganz von einander getrennt.

Aber doch zeigt die geätzte Fläche selbst eine andere, höchst wichtige Eigenthümlichkeit. Die Wirkung der Ätzung lässt nämlich einige der genannten körnigen Partien mit hellster Eisenfarbe zurück, während andere ganz schwarz erscheinen und andere verschiedene Mitteltöne annahmen. Und dennoch ist es Eisen von ganz gleicher Beschaffenheit und nur die Lage ihrer krystallinischen Structur gegenüber der Oberfläche ist verschieden. Bekanntlich hat Freiherr v. Reichenbach in seinen Untersuchungen über die verschiedenen Arten der Meteoreisentheile in Poggendorff's Annalen diesen Unterschied hervorgehoben und darin einen Unterscheidungsgrund verschiedener Eisenarten von einander angenommen. Das gegenwärtige Copiapo-Eisen beweist, dass ein Unterschied in der Wirkung des Ätzens in dieser Beziehung bestehen kann, während doch vollkommene Gleichartigkeit zwischen den in so ungleicher Farbe sich darstellenden Körnern herrscht. Man kann dies leicht daraus abnehmen, dass in gewissen Richtungen einseitiges Licht spiegelnd, dasselbe Korn nach der Lage bald hell, bald dunkel erscheint. Dabei ist die Fläche so wenig tief geätzt, dass der Abdruck ganz glatt erscheint. Es ist dies, um es so auszudrücken, der Anfang des metallischen Krystalldamastes. Manche Theile erscheinen in allen Lagen hell, andere in allen Lagen dunkel. Auch dies muss auf der verschiedenen Lage in Bezug auf die Schnittfläche beruhen.

In Bezug auf den mechanischen Zusammenhang der Eisentheilchen muss noch bemerkt werden, dass einige derselben, welche von dem Schnitte so getroffen wurden, dass nur ein kleiner Theil an der Tafel hängen blieb, sich später von selbst losgelöst haben, wohl auch zum Theil durch Salzbildung gehoben worden sind, welche man hin und wieder bemerkt.

Auf der geätzten Fläche sowohl als auf der angelaufenen zeigt sich auch deutlich etwas „Schreibersit" in feinen Linien und Punkten, vorzüglich zwischen den Eisenkörnern.

Dies für das Eisen. Aber die Eisentheile selbst geben weit weniger Auffallendes der gegenwärtigen Masse als die mannigfaltigen Einschlüsse wirklicher Meteorstein-Bruchstücke, wodurch sich eben das Eisen von Copiapo ganz an das Tula-Eisen anreiht. Ein Blick

auf die Tafel zeigt nahezu dreieckige, dann wieder viereckige, unregelmässige, aber ganz scharfkantige Durchschnitte solcher Steinmassen, einige gerade noch in dem Vorgange der Trennung begriffen, so dass sie deutlich früher vereinigt waren, und sich später das Eisen gangartig dazwischen schob. Es ist wahre Breccienstructur, Beweis vieler vorhergegangener Veränderungen, Bildung von Gebirgsmassen im Grossen und darauf wieder ihre Zertrümmerung, aber in so langsam allmählichem Fortgange, dass sich die in ihrem Bildungszustande weiche Eisenmasse zwischen die Bruchstücke einschieben kann, ohne auch nur die Kanten zu beschädigen oder abzurunden. Die Bruchstücke gehen von einem halben Zoll Grösse bis hinab zu dem feinsten Sande, das grösste derselben gegen rechts oben der Fig. 1 hat auf einer der Schliffflächen eine Länge von anderthalb Zoll und reicht durch alle drei Stücke ebenfalls bis zu anderthalb Zoll hindurch, bei einer Dicke, welche von einem viertel Zoll bis zu einem gänzlichen Ausschiefern abnimmt.

Sehr wichtig ist es auch hervorzuheben, dass die Bruchstücke selbst nicht von ganz gleicher Art sind, sondern dass sie eine Art von Musterkarte von vielerlei Meteorsteinen darstellen. So sieht man Stücke reich an Eisen fein gemengt mit Silicat, vielleicht in dem Verhältniss nach Schätzung von 3: 2 der Oberfläche nach, dann wieder reicher an Silicat, solche, wo in dem körnigen Silicatgemenge nur einzelne Eisenpünktchen erscheinen, endlich ganz reine Silicatstückchen in körniger Structur. Ausserdem kommt noch Troilit — Einfach Schwefeleisen —, dessen Vorkommen in den Meteoriten Rammelsberg neuerlichst glänzend nachgewiesen hat, in grössern und kleinern Einschlüssen vor, von drei Linien im Durchmesser abwärts und theils allein, theils in Verbindung mit Silicaten, theils mit Eisen. Unter den Silicaten sind auch durchsichtige, blassgelblichbraun in das Ölgrüne, theils selbst grasgrüne kleine Krystalle oder Krystallbruchstücke, welche auf verschiedene Species deuten. Auch Graphit wird durch einen schwarzen Strich sichtbar, wenn man Papier mit einiger Pressung über gewisse Stellen der polirten Oberfläche hinweggleiten lässt. Hin und wieder liegen Bruchstücke der verschiedensten Art fest neben einander, wie dies unter andern selbst in dem geätzten Abdrucke Fig. 3 in dem ziemlich unten, gegen die Mitte zu liegenden, etwa drei Linien grossen fünfeckigen Einschlusse sichtbar ist.

Die reinsten Eisentheile gaben bei der Analyse des Herrn Karl Ritter von Hauer: Nickel 6·4, Eisen 93·0.

Aus den verschiedenen Theilen würden die mannigfaltigsten Verhältnisse von Silicaten sich ergeben.

Aus Herrn Dr. O. Speyer's Mittheilung, unterm 27. November 1863, an Herrn Director Hörnes entnehme ich noch, dass ihm über die Geschichte dieses Stückes Meteoreisen nur wenig bekannt geworden ist. Er hatte es, nebst Silberstufen aus Chili, Bromsilber, Jodsilber, Chlorsilber und gediegenem Silber in unmittelbarer Sendung von einem Freunde erhalten, welcher vor einer Reihe von Jahren als Bergmann dorthin ging und jetzt Theilhaber der reichen Silbermine in Copiapo ist. Auch war vor mehreren Jahren in Chili ein mehrere Centner schwerer Block Meteoreisen aufgefunden, welcher das Schicksal hatte aus Unkenntniss in ein Frischfeuer gebracht, da es sich aber unbrauchbar erwies, auf die Halde geworfen zu werden. Dies sollte Dr. Philippi für Meteoreisen erkannt und für die Sammlung gerettet haben. Doch hoffte Dr. Speyer noch später nähere Nachrichten zu erhalten.

Bekanntlich hatte Herr Dr. Philippi sich um die Aufsammlung des Atacama-Eisens grosses Verdienst erworben. Petermann's Mittheilungen von 1856, Seite 64, enthalten seinen höchst wichtigen, gründlichen Bericht. Die Localität ist fast mitten in dem trockensten Theile der Wüste, der nächste Ort auf grösseren Karten Peine, die Lage, südlich von den Cisternen von Imilac, 30 Leguas [1]) von der Küste 40 Leguas südöstlich von Cobija, 35 L. von Atacama entfernt.

Eine wichtige Mittheilung, die ich unserem hochverehrten correspondirenden Mitgliede Herrn Dr. J. J. v. Tschudi verdanke, findet hier wohl ganz ihren Platz in Bezug auf diese Eisenmasse. Er schrieb mir unterm 9. October 1859 von Jakobshof bei Edlitz:

„Als Notiz für Ihre Arbeit über Meteorsteine bemerke ich Ihnen, dass in der Wüste von Atacama, circa 20 Leguas nordöstlich von Toconado gegenwärtig noch ein Stück Meteoreisen liegt, das ein ungefähres Gewicht von 80 Arobas (20 Centner) hat; die Fragmente, die ich davon besitze, stimmen vollkommen mit dem circa 50 Leguas weiter nach Süden gefundenen so bekannten „Meteor-

[1]) Eine spanische Legua = 13.198 Wienerfuss = 4.116 Meter. Eine spanische castilianische Arroba = 20.573 Wienerpfund = 11 Kilogramme 520 Gr. J. J. v. Littrow, Maasse, Gewichte u. s. w. Zweite Auflage von Karl R. v. Littrow, 1844.

eisen von Atacama" überein. Wie Philippi nachgewiesen hat, findet sich an diesem Fundorte, von dem Alles in europäischen Sammlungen sich befindende und mit der Localität „Atacama" bezeichnete Meteoreisen herrührt, kein solches mehr. Der Fundort liegt etwas südlich von Peine, der von mir angegebene nordöstlich von Toconado ist nur wenigen Personen bekannt. Ich habe sehr schöne Steigbügel und Spornen aus diesem Meteoreisen gesehen."

Peine liegt südöstlich vom Hafen Cobija. Aber vom Parallel von Peine bis zum Parallel von Copiapo sind nicht weniger als vier Grade, also noch sehr viel Raum für andere Localitäten.

Über einen derselben hat kürzlich Herr Charles A. Joy, Professor der Chemie in Columbia-College in New-York, ein früherer Schüler unseres hochverehrten Wöhler, eine umfassende chemisch-analytische Arbeit geliefert, in einem der neuesten Hefte von Silliman's American Journal, welche ich in einem Ausschnitte noch vor der Herausgabe, am 23. März erhielt. Der Fundort ist ein Bergpass in den Anden, etwa fünfzig englische Meilen von Copiapo. Das Stück wog unzerschnitten 1784 Grm. (3 Pfund 6 Loth Wiener Gewicht). Es war von dem Besitzer Herrn Joseph Brower erst nach New-York gebracht worden und dann nebst vielen Silbererzen der Mineraliensammlung von Union College, Schenectady, verehrt. Joy gibt nur eine sehr unvollkommene Beschreibung davon, doch könnte die Beschaffenheit nicht ganz unähnlich den Stücken im k. k. Hof-Mineraliencabinet sein, wie sich aus der Schlussbetrachtung über die Bestandtheile abnehmen lässt, welche Herr Joy in folgender Weise gruppirt:

Nickeleisen, Co, Mn, Cu . . .	48·689	Olivin RO_2 SiO_3	11·677
Schwefeleisen FeS	7·405	Labradorit ($R_2O_3SiO_3$ + 4 RO SiO_3)	29·852
Chromeisen Cr_2O_3FO	0·701	Zinnstein Sn O_2	0·189
Schreibersit (Fe 1·38, N 0·67, P 0·115)	1·563		100·076

So etwas liesse sich recht wohl auch von dem heute beschriebenen Meteoreisen in manchen Stellen nach Auswahl erwarten.

Mit der Beschreibung, welche mein hochverehrter Freund Gustav Rose in der Sitzung der königl. preussischen Akademie der Wissenschaften in Berlin am 15. Jänner 1863 von einem Meteoriten von der Sierra de Chaco gibt, stimmt der gegenwärtige breccienartige wenig überein, da dieser dem so eigenthümlichen

von Hainholz auffallend ähnlich ist. Ein Stück von 28·87 Loth Gewicht war von Herrn Professor Ignaz Domeyko in Santiago in Chile an das mineralogische Museum geschenkt worden. Ein umfassender Bericht von Herrn Domeyko war in der Pariser Akademie-Sitzung vom 28. März (Les Mondes 2. Ann. T. IV. 13. Livr. 31. Mars 1864. B. 588) durch die Herren Élie de Beaumont und Ch. Sainte-Claire Deville vorgelegt worden über grosse Meteoritenmassen mit eingesprengtem Meteoreisen, welche in der Nähe der Sierra de Chaco in der Wüste Atacama aufgefunden worden waren, wodurch unsere Kenntnisse auch in dieser Richtung baldigst grossen Zuwachs erhalten werden.

Ich darf diesen Bericht über das neue Copiapo-Meteoreisen nicht schliessen, ohne zu bemerken, dass doch hier Niemand auf den Gedanken verfallen wird, die eingeschlossenen Meteorstein-Bruchstücke seien nur „möglicherweise Schlacken-Bruchstücke, welche bei einer späteren Misshandlung dieser Eisenmasse im Essenfeuer in den „Meteoriten" hineingeknetet worden" wären. Bei dem Tula-Eisen ist dies allerdings geschehen, und zwar wie mein hochverehrter Freund, Herr Collegienrath Auerbach, erwähnt, „von sehr competenter Seite"! Einem nicht durch irgend welches Vorurtheil geblendeten Beobachter war dies freilich vom ersten Augenblicke an unmöglich zu denken, aber die Bemerkung hat doch die gute Folge gehabt, dass Herr Dr. Auerbach selbst die Analyse der Steineinschlüsse in Herrn Professor Rammelsberg's Laboratorium in Berlin im Jahre 1862 durchführte und als Ergebniss einen derselben zusammengesetzt fand, aus 10·70 Nickeleisen, 0·11 Chromeisenstein, 72·98 Olivin und 10·21 Labrador und Augit, nebst einer Spur von Schwefeleisen. Merkwürdiger Weise ist das Nickel zum Eisen in diesem Einschlusse so hoch wie 27·13: 72·87 gefunden worden. (Bulletin de la Soc. Imp. des Naturalistes de Moscou für 1862.)

Eine nahe gleichzeitige Mittheilung vom 8. December 1862 von Herrn Dr. Auerbach glaube ich hier ebenfalls noch anschliessen zu dürfen, wenn sie auch nicht mehr das Tula-Eisen zum Gegenstande hat, doch aber sich auf ein anderes Meteoreisen bezieht, über welches ich Nachricht gegeben, das von Sarepta im Gouvernement Saratow, und wo ich nach Wahrscheinlichkeit eine Angabe verzeichnete, welche sich auf Herrn Dr. Auerbach bezog, die aber nun von ihm vollständig in Abrede gestellt wird.

Herr Dr. Auerbach hatte von dem Meteoreisen von Sarepta „nur ein Stück von der Masse abtrennen lassen, die übrigen Schnitte sind vermuthlich von Herrn Möschler in Herrnhut besorgt worden". Doch sind die zwei grossen Schnitte in dem Berliner Museum höchst uneben und daher unbrauchbar für das Studium. „Das Gewicht des in der Akademie zu St. Petersburg befindlichen Stückes beträgt an 500 Grm. und Baron v. Reichenbach erhielt durch mich in diesem Sommer eine Platte von etwa 80 Grm. und besass schon früher durch Möschler drei kleine Fragmente von ähnlichem oder etwas grösserem Gesammtgewicht. In meinem Besitz befinden sich noch zwei Stücke, zusammen 384 Gramm schwer, hiernach wären die Angaben von Herrn O. Buchner (S. 3) zu berichtigen. (Auch bei Buchner: die Meteoriten in Sammlungen. 1863, Seite 190.) „Aber meine wesentlichste Bemerkung bezieht sich auf die Structur des Sarepta-Eisens, welche zwar in Ihrer Abhandlung vortrefflich beschrieben und ausgezeichnet abgebildet ist, aber, wie mir scheint, doch eine Lücke lässt, indem sie auf eines von meinen Stücken vortrefflich passt, während das andere sich sehr abweichend zeigt, wie Sie ja eine solche Differenzirung der Eisenmasse auch am Arva-Eisen hervorheben. An meinem Stücke nun, von welchem Professor Rose die Gegenplatte besitzt, zeigt sich sehr deutlich eine grobkörnige Zusammensetzung und die einzelnen Individuen oder Körner treten beim Ätzen scharf begrenzt hervor, ja zuweilen trennen sie sich ganz von einander. Jedes Individuum hat nun sein eigenes System damastartiger Schraffirungen, welche verschieden spiegeln, wie Sie dies ja auf Seite 10 bemerkt haben, ohne es jedoch scharf hervorzuheben. Schliesslich erlaube ich mir noch das Resultat einer Analyse des Sarepta-Eisens anzuführen, welche ich schon vor längerer Zeit gemacht, aber bisher nicht publicirt habe".

Schreibersit	1·315	Silicium	0·020
Zinn	0·017	Nickel	2·657
Eisen	95·937		99·946

Ich freue mich, wenn auch verspätet, Herrn Dr. Auerbach für die freundliche Mittheilung hier meinen besten Dank darbringen zu können. Sie ergänzt wesentlich meinen früheren Bericht, sowohl durch die Analyse als auch durch die Thatsache der Verschiedenheit der Structur einer und derselben Meteoreisen-Masse an verschiedenen Stellen.

Vorläufige Mittheilungen über die chemische Natur der Gallenfarbstoffe.

Von **Richard L. Maly**,

Med.-Dr. und Assistent der Physiologie an der Grazer Universität.

Die chemische Natur der Gallenfarbstoffe ist ein gänzlich unbebautes Feld; kaum hat man sich darüber jemals geäussert.

Die Analysen, die mehrmals von dem einen oder andern Farbstoffe ausgeführt wurden, gaben die procentische Zusammensetzung und diese nur höchst dürftig an, da keine Eigenschaft der Farbstoffe, wie sie früher auf verschiedene Weise dargestellt wurden, eine Garantie der Reinheit darbot.

Diese war erst gegeben, als Valentiner aus Galle- und Gallensteinen, mittelst Chloroform sogenanntes Hämatoidin dargestellt, und Brücke die Identität desselben mit dem Cholepyrrhin (oder Biliphäin) bewiesen hatte.

Auf diese Weise wurde das Cholepyrrhin auch zu den folgenden Versuchen dargestellt, und zwar aus Menschengalle. Ochsengalle, die man in beliebiger Quantität haben könnte, enthält davon gar wenig und ist ganz grün, eben so Schafgalle. Die Schweinegalle ist zwar ganz dunkelgelb, allein ihr entzieht Chloroform so wenig, dass sie dazu nicht zu brauchen ist.

Alles Cholepyrrhin war zu den angestellten Versuchen zweimal umkrystallisirt; von ihnen theile ich vorderhand mit Ausschluss von Analysen folgendes mit:

Alkoholische oder wässerige Kalilösung entwickelt aus Cholepyrrhin schon bei gewöhnlicher Temperatur Ammoniak; die Flüssigkeit färbt sich für kurze Zeit roth, und wird dann grüngelb. Eben so wirkt Natronlauge.

Von Barytwasser wird es in der Kälte nicht angegriffen, beim Kochen in einem Kölbchen entwickelt sich aber ebenfalls Ammoniak, und es scheiden sich grüne Flocken einer Bariumverbindung ab. Ganz ähnlich verhält sich Kalkmilch.

Diesen Versuchen zufolge musste das Cholepyrrhin entweder ein Amyd oder ein Ammoniumsalz sein. Beide sind aber auch durch Säuren zersetzbar, es wurde also, da das Cholepyrrhin nur in Chloroform als solches löslich ist, mit Eisessig operirt, als einer Säure, die sich mit Chloroform in jedem Verhältnisse mischt. In einer Eprouvette mit Chloroform und Eisessig gekocht, zeigte das Cholepyrrhin keine entschiedene Reaction. Nun wurde in eine Reihe schwer schmelzbarer Glasröhren eine gesättigte chloroformige Cholepyrrhinlösung, oder auch überschüssiges darin suspendirtes Cholepyrrhin und circa die Hälfte des Volums Eisessig eingeschmolzen, und im Wasserbade durch 8—12 Stunden erwärmt. Nach dieser Zeit war der Inhalt derselben statt einer orangen Lösung eine dunkle, in dünneren Schichten prachtvoll feurig grüne.

Es war also das ganze Cholepyrrhin in Beliverdin verwandelt worden, und dieses blieb im sauren Chloroform mit seiner schönen grünen Farbe gelöst.

Der Inhalt eines solchen Rohres wurde in Wasser gegossen; unten sammelte sich die dunkelgrüne Chloroformschichte, während das Wasser den Eisessig aufnahm. Erstere Schichte wurde so lange mit Wasser gewaschen, als dieses sauer abfloss. Dann vereinigte man die wässerigen Flüssigkeiten und brachte sie im Wasserbade zur Trockne. Der Rückstand in concentrischen weissen Ringen enthielt essigsaures Ammonium; es war also ein Theil des Stickstoffes im Cholepyrrhin durch die Einwirkung des Eisessigs in Form von Ammoniak abgespalten. Die mit Wasser gewaschene und von der Essigsäure befreite Chloroformschichte gab, nachdem das Lösungsmittel abgedunstet war, einen dunkel fast schwarzgrünen Rückstand von reinem Biliverdin.

Auch andere Säuren, wie Salzsäure, Weinsäure bringen eine gleiche Reaction unter Bildung von Biliverdin, nur nicht so rein und vollständig zuwege.

Diese und die vorigen Reactionen lassen unverkennbar das Cholepyrrhin als ein Amyd erscheinen (ein Ammoniumsalz hätte zur Spaltung wohl keiner so lange dauernden Einwirkung gebraucht), das sowohl, wie der Charakter der Amyde mit sich bringt, durch Alkalien, als durch Säuren gespalten wird, in die entsprechende Säure — hier Biliverdin — und in den Rest Ammoniak, der im ersten Falle entweicht, im zweiten als einfaches Ammoniumsalz sich vorfindet.

Das Biliverdin ist eine Säure, das Cholepyrrhin ihr Amyd (Biliverdinamyd). Ersteres gehört dem Wasser — letzteres dem Ammoniaktyp an, oder Biliverdin und Cholepyrrhin verhalten sich wie Kohlensäure und Harnstoff.

Man hielt früher immer das Biliverdin für ein Oxydationsproduct des Cholepyrrhins, indem es in kalischer Lösung der Luft ausgesetzt, oder anfänglich bei der Gallenfarbprobe mit Salpetersäure sich grünte; dies war aber, wie man sieht, keine Oxydation, sondern eine Zersetzung des Ammoniakmoleküls, einmal durch ein Alkali, das andere Mal durch eine Säure. In den oben erwähnten zugeschmolzenen Röhren war der grösste Theil mit Flüssigkeit erfüllt, im Rest des Raumes die Luft durch Chloroformdampf verdrängt, und doch war die Bildung des Biliverdins eine so vollständige.

Hat man vom Inhalte eines solchen Rohres alle Essigsäure mit Wasser weggewaschen, so löst sich das rückbleibende Biliverdin (das Chloroform dunstet nebenbei fast ganz ab) in Weingeist mit derselben schönen Farbe auf. Eine solche weingeistige Lösung wird

1. von Wasser unter Ausscheidung des Biliverdins gefällt;

2. mit Salpetersäure gibt sie sehr gut die Gallenfarbprobe;

3. wässerige Kalilösung trübt nicht, macht die Flüssigkeit saftgrün, später gelb;

4. auch wässeriges Ammoniak lässt diese alkoholische Lösung klar im Gegensatze zu reinem Wasser, zum Beweise dass sich eine in Wasser lösliche Verbindung bildet;

5. die Natriumverbindung ist ebenfalls in Wasser löslich. Trägt man in die kochende alkoholische Lösung kohlensaures Natron, so kann man den Alkohol abdunsten, und der Rückstand ist in Wasser mit grüner Farbe löslich. Es bedarf also nicht erst der Taurocholsäure, die Löslichkeit des Biliverdins in der wässerigen Galle zu erklären;

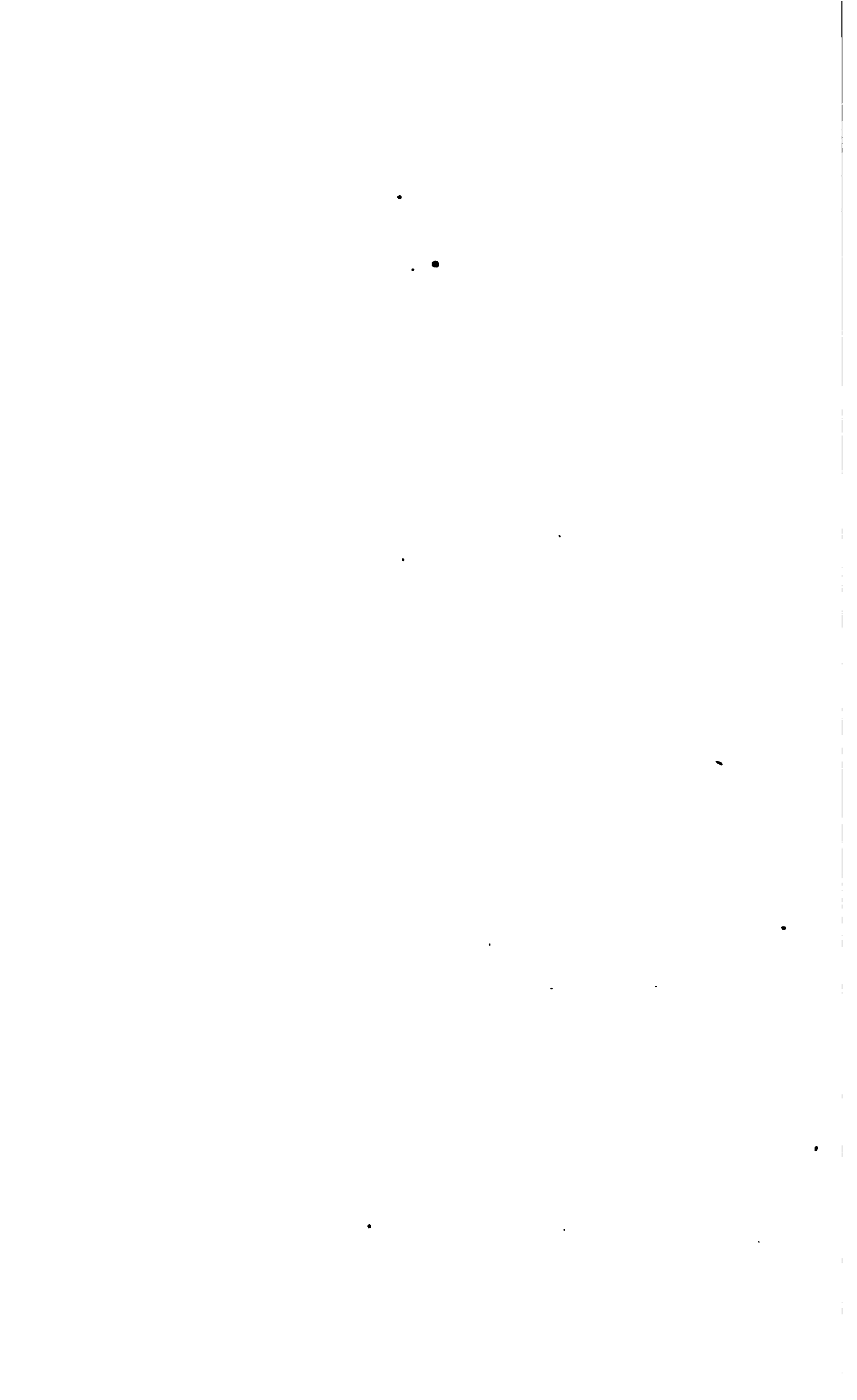
6. im Gegensatze zu den Alkaliverbindungen sind die biliverdinsauren Erdalkalimetalle (Ba, Ca) in Wasser unlösliche dunkelgrüne Niederschläge. Sie entstehen auch, wie schon erwähnt, bei Einwirkung von Ätzbaryt und Ätzkalk auf Cholepyrrhin;

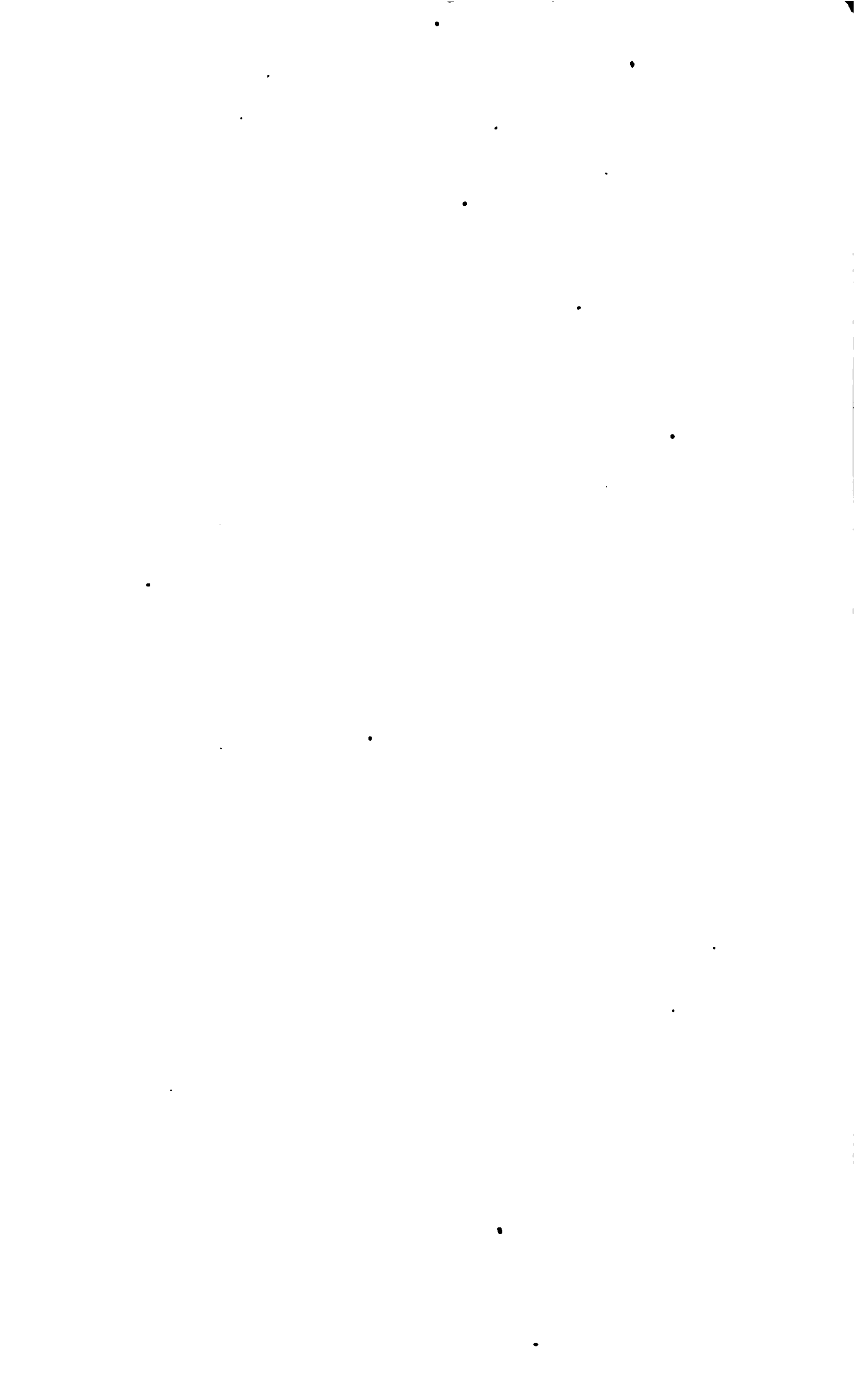
7. mit Bleizucker bekommt man einen grünen Niederschlag unter fast gänzlicher Entfärbung der Flüssigkeit, und

8. mit salpetersaurem Silber eine dunkelbraune Fällung.

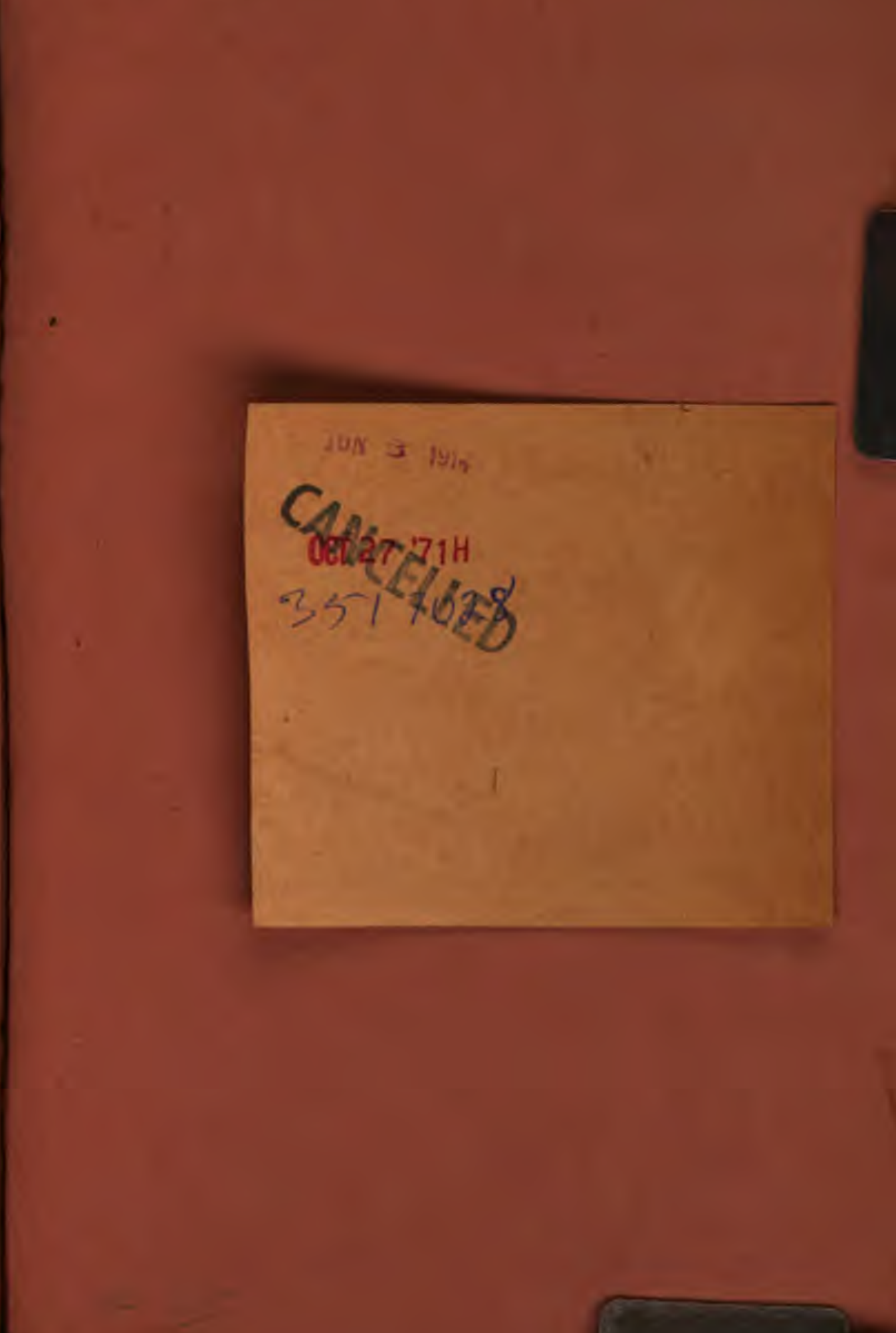
So wie es gelingt, aus dem Cholepyrrhin das Biliverdin darzustellen, so kann man auch umgekehrt letzteres in ersteres verwandeln durch Zuführung von Ammoniak. Dies gelang nach einigen Umwegen nach einer Methode, wornach sich häufig Amyde bilden, nämlich durch Abgabe von Wasser aus dem Ammoniumsalze auf folgende Weise: Über Biliverdin, das sich in Chloroform gelöst und von Essigsäure theilweise befreit in einem Kölbchen befand, wurde trockenes Ammoniakgas geleitet und das Kölbchen zugleich in einem Chlorcalciumbade auf 120—130° C. erwärmt. Das Chloroform verflüchtigte sich, der Rückstand war braungelb, wurde in Ammoniak gelöst, dann mit Chloroform und so viel Essigsäure, als zur Übersättigung des Ammoniaks nothwendig war, geschüttelt, und die chloroformige Schichte mit einem Scheidetrichter getrennt. Aus dem Rückstande dieser Schichte nahm Alkohol etwas durch die Essigsäure gebildetes Biliverdin weg, worauf nun Cholepyrrhin allein zurückblieb, das in Chloroform gelöst und abgedunstet die ursprünglichen Krystalle zeigte.

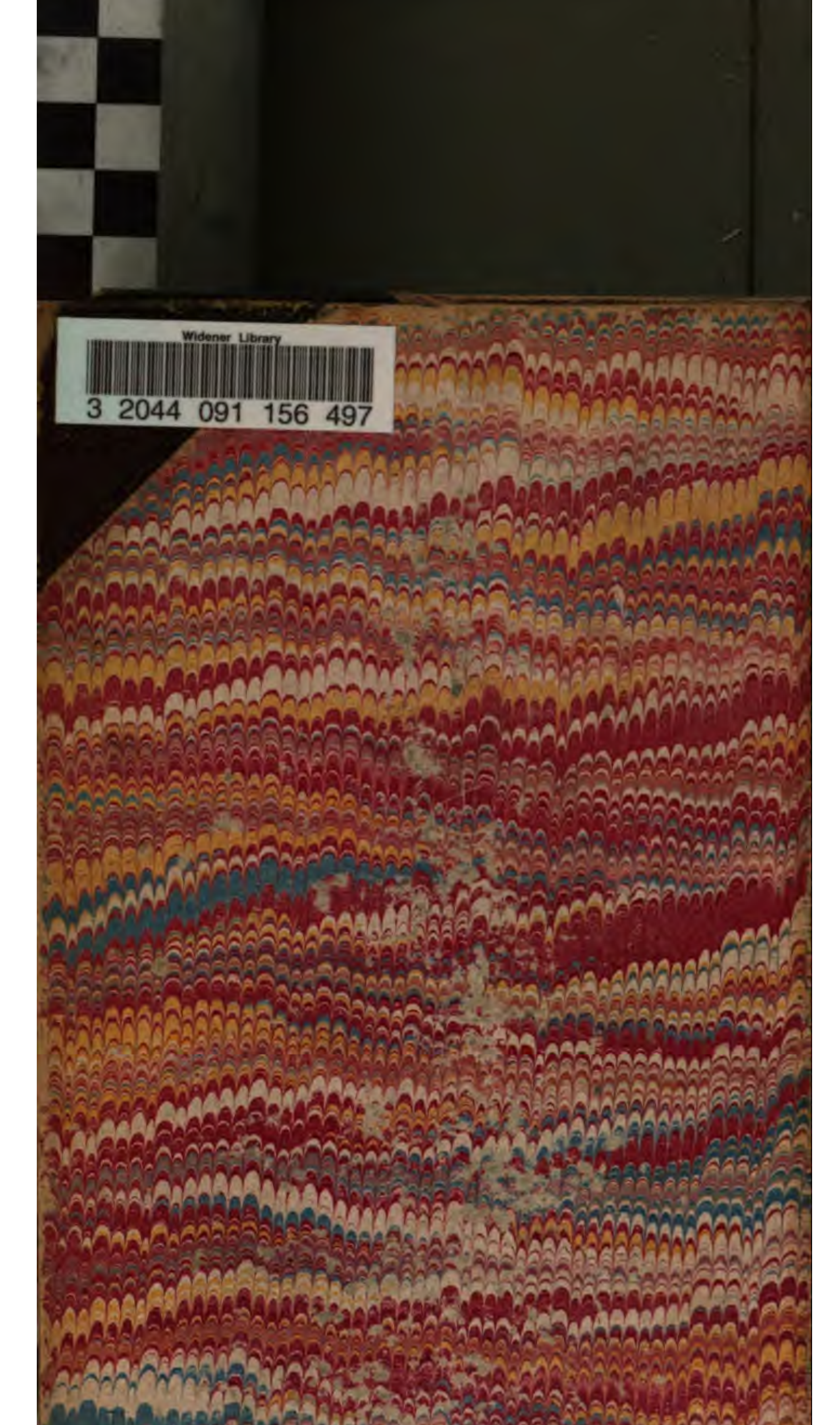
Die quantitativen Resultate halte ich vorläufig zurück, um sie später in einer gerundeten Darstellung vereint mitzutheilen.










Widener Library
3 2044 091 156 497